MEJORAMIENTO DEL CONTROL DE INVENTARIOS EN LA ORGANIZACIÓN CODINTER LTDA.

JOSE OMAR FERNÁNDEZ SEGURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2008

MEJORAMIENTO DEL CONTROL DE INVENTARIOS EN LA ORGANIZACIÓN CODINTER LTDA.

JOSE OMAR FERNÁNDEZ SEGURA

Pasantía para optar al título de Ingeniero Industrial

Director
ING. JAIRO ALEXANDER LOZANO MORENO, M. Sc

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2008

Nota de aceptación:

Aprobado por el comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniera Industrial

Ing. ALEJANDRO SILVA

Jurado

Santiago de Cali, Julio de 2008

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS

LISTA DE FIGURAS

GLOSARIO

FIFO: sigla en ingles que significa primero en entrar es lo primero en salir, haciendo referencia a los productos que se almacenan para la comercialización.

FLASHERS: es un producto del sector automotriz cuya función es darle la intermitencia a las luces estacionarias de los vehículos.

LEAD TIME: es el termino que se utiliza para hacer referencia al tiempo que se demora el producto desde el momento que se le hace el pedido al proveedor hasta que llega al almacén de la empresa quien realiza el pedido.

RESUMEN

Este proyecto propone un MEJORAMIENTO EN EL CONTROL DE LOS INVENTARIOS EN LA ORGANIZACIÓN CODINTER LTDA., partiendo de la necesidad en la organización por tener un adecuado sistema de pedidos para alcanzar un óptimo nivel de inventario, dado que la compañía no posee ningún mecanismo que le permita estimar y controlar las cantidades de productos del sector automotriz, equipos de soldadura, repuestos, consumibles y accesorios que comercializa.

Inicialmente se identificaron los productos de la compañía que presentaban problemas de rotación y obsolescencia, ya que en el diagnóstico desarrollado con el Gerente de Compras e Importaciones, responsable del inventario, se identificó la necesidad de obtener una propuesta para reducir el costo del inventario en lento movimiento, nombre con que definieron a los productos que no tenían rotación hace más de seis meses. En el diagnóstico inicial, se analizó la cadena de abastecimiento de la compañía, esto para tener en cuenta el proceso de importación y los *Lead Times* de los productos, datos esenciales para determinar un sistema adecuado de pronósticos.

Posteriormente, al ya haber identificado los productos en lento movimiento y haber determinado acciones a tomar con los mismos, se realizó la clasificación ABC, teniendo en cuenta el valor de venta de los productos que comercializa la compañía, para determinar cuales eran los que producen el 80% de las ventas y así realizar el análisis de demanda sobre los mismos para buscar el mecanismo ideal de solicitud de pedidos.

Al realizar la clasificación ABC, se llegó a la conclusión que se debía trabajar sobre los siguientes productos: Equipos de soldadura y soldadura. Se debe mencionar que estos son los productos, según la clasificación, que generan el mayor volumen de ventas y por ende de ingresos a la compañía. La clasificación ABC sirvió para corroborar la decisión de la empresa en hacer el análisis en los productos seleccionados,

Se levantó la información de los datos de ventas en los años anteriores de los productos seleccionados, se analizó su comportamiento para determinar su tendencia, esto para tomar la decisión de cómo manejar el pronóstico, es decir, si se pronosticaba con promedio móvil, regresión lineal, suavización exponencial simple o suavización exponencial doble.

Al revisar completamente las gráficas de los datos de demanda histórica de ítems clasificados como A, se pudo observar los patrones de comportamiento de la

demanda, los cuales son estables, algunos con comportamiento creciente y otros con comportamiento decreciente, y con base a estos realizar la propuesta para un sistema de pronóstico de demanda partiendo de herramientas estadísticas, como lo requería la empresa.

Se desarrolló un sistema en Excel el cual al ser alimentado con datos históricos de demanda y teniendo en cuenta el análisis de la misma, pronostica y muestra, de acuerdo a un nivel de servicio requerido, la cantidad a pedir de un ítem analizado.
Al revisar el comportamiento tanto de la soldadura como de los equipos de soldadura, se propuso implementar un sistema de revisión continua para estos productos, pero no fue posible ya que la empresa no suministró en su momento datos esenciales para el análisis e implementación del sistema, sustentando su respuesta en que por políticas de la misma no se podía suministrar esa información a personal no vinculado directamente con la empresa, además expresando que con el trabajo realizado se había cumplido totalmente y satisfactoriamente el requerimiento de la misma. Al final, se sugirió realizar el análisis para el control, ya que es de gran importancia para mantener el nivel adecuado de inventarios y cumplir con la demanda del mercado, siendo los representantes de la compañía los interesados en el tema, manifestando el interés por la continuidad del proyecto.

El análisis del sistema propuesto para la realización de pedidos y control de las cantidades de producto disponible en el inventario, permitió sugerir el uso del mismo para varios ítems integrantes de la cadena de abastecimiento de la compañía, cumpliendo con el requerimiento de la empresa.

INTRODUCCIÓN

La palabra inventario ha alcanzado una notoriedad muy alta, se dice que debemos mantener niveles óptimos de inventarios, pero ¿Qué es eso?; ¿Cuánto inventario se deber mantener? Si se mantienen inventarios demasiado altos, el costo podría llevar a una empresa a tener problemas de liquidez financiera, esto ocurre porque un inventario "parado" inmoviliza recursos que podrían ser mejor utilizados en funciones más productivas de la organización.

Además, el inventario "parado" tiende a tornarse obsoleto, a quedar fuera de uso y corre el riesgo de dañarse. Por otro lado, si se mantiene un nivel insuficiente de inventario, podría no atenderse a los clientes de forma satisfactoria, lo cual genera reducción de ganancias y perdida de mercado, al no afirmar la confiabilidad de los clientes en la capacidad de reacción de la empresa, ante las fluctuaciones del mercado.

Dadas las características de la compañía, los niveles de inventario en los productos del sector automotriz, equipos de soldadura, repuestos, consumibles y accesorios, se hacen de difícil control, por ser tecnología, por su alta sensibilidad a la obsolescencia, por los grandes tiempos (*Lead Time*) en las importaciones; por tal motivo, es necesario desarrollar un mecanismo de pronósticos que permita controlar adecuadamente estos productos desde el punto de vista de la rotación y disponibilidad para la venta, de tal forma que satisfaga las necesidades tanto de los clientes externos como de los internos.

Por otra parte, es necesario realizar una adecuada gestión para clasificar, recuperar y generar propuestas las cuales ayuden a disminuir el inventario de lento movimiento y se logre recuperar un porcentaje del dinero invertido en el mismo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dadas las características del inventario en la Compañía Distribuidora Internacional CODINTER LTDA., los niveles de inventario en repuestos, consumibles y accesorios, se hacen de difícil control, por ser una tecnología de alta variabilidad en el mercado nacional, por sus largos tiempos de pedido y entrega de parte de los proveedores (*Lead Times*) y por su alto nivel de obsolescencia; se hace necesario desarrollar un mecanismo de pronósticos que permita controlar adecuadamente estos productos desde el punto de vista de la rotación y disponibilidad para la venta.

Actualmente, la compañía exige tener un mejor control sobre algunos productos que son relativamente nuevos en el mercado, como lo son los diferentes tipos de soldadura, equipos de soldadura y los flashers de automóviles. Esta situación se da, ya que los tiempos de entrega del proveedor son casi 70 días, por ser productos importados vía marítima desde la China y Estados Unidos.

Se debe implementar un sistema de pronóstico y control de inventario adecuado para estos productos, que posteriormente se pueda ajustar a otros productos de la organización.

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el control en los inventarios de la organización CODINTER LTDA, se hace de una manera muy empírica, sin tener en cuenta varios aspectos importantes en este campo de la logística. La cadena de abastecimiento de la empresa es un poco compleja, ya que los tiempos de entrega de los proveedores pueden demorar de 30 a 90 días, en importaciones aéreas y marítimas. Esto hace que la empresa deba tener un método de control en los inventarios muy acertado, con estudios de demanda, la cual es estocástica, que permitan realizar un óptimo pedido y así cumplir puntualmente con los clientes.

Además de esto, existe un aspecto importante a analizar y es el que la empresa trabaja con tecnología, la cual tiende a volverse obsoleta en poco tiempo, situación que genera costos en los inventarios que pasan a ser de lento movimiento u obsoleto.

Los inventarios en las empresas representan el activo más importante de las mismas puesto que este es la base de las utilidades de estas.

Solo por mencionar, las existencias de un producto vendible que no posee un control o administración adecuada puede hacer que una empresa baje sus utilidades significativamente, por otra parte la poca fluidez en el manejo de los productos de necesidad básica para los consumidores de dicha empresa pueden dar a denotar la misma baja de utilidades o hasta perdida de clientes. Es por eso que es de vital importancia el conocer los inventarios así como también el saber administrarlos.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema de pronóstico de demanda el cual genere control de los inventarios en la parte comercial de la compañía y estandarizar el proceso de pedidos mediante el uso de herramientas estadísticas, con el fin de disminuir el costo por sobrantes, mejorando en el proceso de compras y servicio al cliente.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la conformación del inventario de CODINTER LTDA y determinar los ítems que representen problema para la compañía.

- Realizar clasificación ABC del inventario.

- Realizar análisis cuantitativo y cualitativo de inventario de lento movimiento.

- Definir acciones para recuperar y/o disminuir el costo del inventario en lento movimiento.

- Seleccionar los productos a estudiar y analizar su demanda.

- Evaluar y seleccionar un sistema de pronósticos adecuado para el control del inventario.

- Evaluar y seleccionar el sistema de control de inventarios (modelo de revisión)

- Establecer un mecanismo eficiente para la realización de los pedidos de importación de acuerdo a la disponibilidad de inventario.

- Establecer mecanismos de alerta cuando se presente baja rotación en alguno de los productos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 GESTION DE INVENTARIOS.

Se entiende por Gestión de Inventarios, todo lo relativo al control y manejo de las existencias de determinados bienes, en la cual se aplican métodos y estrategias que pueden hacer rentable y productivo la tenencia de estos bienes y a la vez sirve para evaluar los procedimientos de entradas y salidas de dichos productos.
En la Gestión de Inventarios están involucradas tres (3) actividades básicas a saber:

1.- Determinación de las existencias: La cual se refiere a todos los procesos necesarios para consolidar la información referente a las existencias físicas de los productos a controlar y podemos detallar estos procesos como:

Toma física de inventarios
Auditoria de Existencias
Evaluación a los procedimientos de recepción y ventas (entradas y salidas)
Conteos cíclicos

2.- Análisis de inventarios: La cual esta referida a todos los análisis estadísticos que se realicen para establecer si las existencias que fueron previamente determinadas son las que deberíamos tener en nuestra planta, es decir aplicar aquello de que "nada sobra y nada falta", pensando siempre en la rentabilidad que pueden producir estas existencias. Algunas metodologías aplicables para lograr este fin son:
Formula de Wilson (máximos y mínimos)
Just in Time (justo a tiempo)

3.- Control de producción: La cual se refiere a la evaluación de todos los procesos de manufactura realizados en el departamento a controlar, es decir donde hay transformación de materia prima en productos terminados para su comercialización, los métodos mas utilizados para lograr este fin son:

MRP (planeación de recursos de manufactura) MPS (plan maestro de producción)

¿Que son los inventarios?
Inventarios o *Stocks* son la cantidad de bienes o activos fijos que una empresa mantiene en existencia en un momento determinado, el cual pertenece al patrimonio productivo de la empresa.

4.2 TIPOS DE INVENTARIOS

Los inventarios de acuerdo a las características físicas de los objetos a contar, pueden ser de los siguientes tipos:

• **Inventarios de materia prima o insumos:** Son aquellos en los cuales se contabilizan todos aquellos materiales que no han sido modificados por el proceso productivo de las empresa.

• **Inventarios de materia semielaborada o productos en proceso:** Como su propio nombre lo indica, son aquellos materiales que han sido modificados por el proceso productivo de la empresa, pero que todavía no son aptos para la venta.

• **Inventarios de productos terminados:** Son aquellos donde se contabilizan todos los productos que van a ser ofrecidos a los clientes, es decir que se encuentran aptos para la venta.

• **Inventarios de materiales para soporte de las operaciones, o piezas y repuestos:** son aquellos donde se contabilizan los productos que aunque no forman parte directa del proceso productivo de la empresa, es decir no serán colocados a la venta, hacen posible las operaciones productivas de la misma, estos productos pueden ser: maquinarias, repuestos, artículos de oficinas, etc.
De acuerdo a la naturaleza de la empresa, se hará más énfasis en algunos de estos inventarios. Una empresa distribuidora, por ejemplo, solo tendrá inventarios de productos terminados y de piezas y repuestos; mientras que una empresa manufacturera que posea unos veinte artículos de materia prima, pudiera tener mas de diez mil tipos diferentes de piezas y repuestos así como de productos terminados y productos en proceso.

4.3 SIGNIFICADO ECONÓMICO DE LOS INVENTARIOS.

La gestión de inventarios implica dos costos básicos:

• **Costos de penalización por inexistencia de los materiales:** Estos costos son proporcionales a las ventas perdidas por inexistencia del producto. Frecuentemente, no es cuantificable si la carencia del material produce problemas de perdida de imagen, como es el caso de empresas de distribución, en las que se produce una degradación de disponibilidad o seguridad, como consecuencia de la falta de productos a ofrecer en el mercado.

• **Costos de almacenamiento:** Estos representan costos tanto en capital inmovilizado como en costos de gestión física y administrativa de estos inventarios. Los costos de acumulación de inventarios pueden ser muy importantes dentro del capital de inversión de una empresa, veamos algunos ejemplos:
EE.UU.: en una empresa común, los inventarios representan el 34% del valor de los activos y el 90% del capital circulante (es decir dinero en efectivo). A escala nacional casi la quinta parte del PTB (1.100 millardos en 1993 según *Economic Report of the President of the United States*, 1993).
España: En 1981, los inventarios representaron el 19% de los activos de las empresas.

o **Consumo.**

Es la cantidad de unidades de un artículo que son retiradas del almacén en un periodo de tiempo determinado. Por ejemplo, si el inventario de determinado articulo al comienzo del mes era de 20 unidades y al finalizar el mes es de 15, el consumo es de 5 unidades por mes.

o **Demanda.**

Se refiere a la cantidad de unidades solicitadas a la empresa. Si existe suficiente inventario, el consumo será igual a la demanda, ya que cada unidad solicitada fue despachada. Si se presenta una ruptura de inventario y durante ese periodo se requieren materiales, la demanda será superior al consumo. En este caso puede ocurrir que el cliente decida retirar la demanda (caso más común en el comercio) o que el cliente solicite que la demanda no satisfecha, le sea atendida al ocurrir la próxima recepción.

o **Tiempo de reposición.**
El tiempo de reposición es el tiempo comprendido entre la detección de la necesidad de adquirir una cierta cantidad de un material y el momento en que este llega físicamente a nuestro almacén.
Como hemos podido ver, administrar inventarios es encontrar un equilibrio razonable entre mantener mucho o poco inventario y los costos que ambos extremos suponen.
La calidad de la gestión de inventarios puede ser medida con una figura llamada factor de servicio o índice de atención, que es la relación que existe entre la cantidad de renglones debidamente atendidos y la cantidad de los mismos que fueron requeridos.

Preguntas básicas para la administración de inventarios

- **¿Cada cuánto debo revisar el nivel de inventario?**
- **¿Cuándo debo hacer un pedido?**
- **¿Qué cantidad debo pedir?** [1]

4.4 CLASIFICACIÓN ABC

Es un método que permite clasificar los ítems, para controlarlos de acuerdo a su importancia en la empresa.

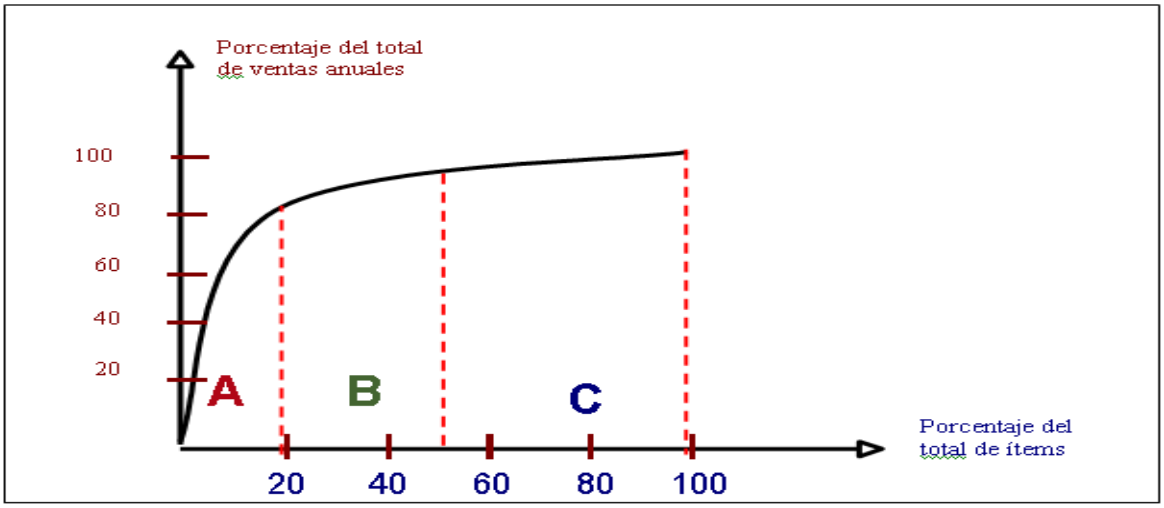
Este método se fundamenta en el principio de Paretto, consiste en determinar el 20% de los ítems que producen el 80% de las ventas, el 30 % que produce el 15% de las ventas y el 50% restante, que solo produce un 5% en ventas.

La clasificación se realiza mediante el producto de la demanda ***d*** por el valor ***v*** **(*d**v)**

Los primeros ítems que corresponden al 20% del total de estos se clasifican como **A**, el 30% siguiente se clasifica como **B** y el 50% restante se clasifica **C**.

[1] PULIDO, Jose. Gestión de inventarios [en línea].Isla Margarita. monografias.com. 2006. [Consultado 12 de Julio de 2007] Disponible en Internet:
http://www.monografias.com/trabajos16/manual-de- inventario/manual-de-inventario.shtml

Figura 1. Clasificación ABC



Fuente: LONDOÑO ORTEGA, Julio César. Análisis y modelación de la cadena de suministro de una empresa comercializadora de productos de consumo masivo. Santiago de Cali, 2006. p. 27. Trabajo de grado (Maestría en Ingeniería en Sistemas) Universidad de Valle.

- Ítems clase A: Los más importantes. Pocos ítems. Requieren más control.

- Ítems clase B: Son ítems importantes. Volúmenes de ventas considerables. Utilizar controles automáticos.

- Ítems clase C: Son un volumen bastante alto y prácticamente no requieren de controles sofisticados. Rotan muy poco tienen muy poco valor.

- Se pueden realizar otras clasificaciones para ítems obsoletos y para ítems nuevos.

o **Consideraciones de la clasificación ABC**

- Valor del producto muy alto

- Volumen de ventas muy bajo

- Variabilidad de la demanda

- Ciclo de vida del producto[2]

[2] LONDOÑO ORTEGA, Julio César. Análisis y modelación de la cadena de suministro de una empresa comercializadora de productos de consumo masivo. Santiago de Cali, 2006. p. 25-27. Trabajo de grado (Maestría en Ingeniería en Sistemas) Universidad de Valle.

- **Demanda y la clasificación ABC**

Tabla 1 Características clasificación ABC

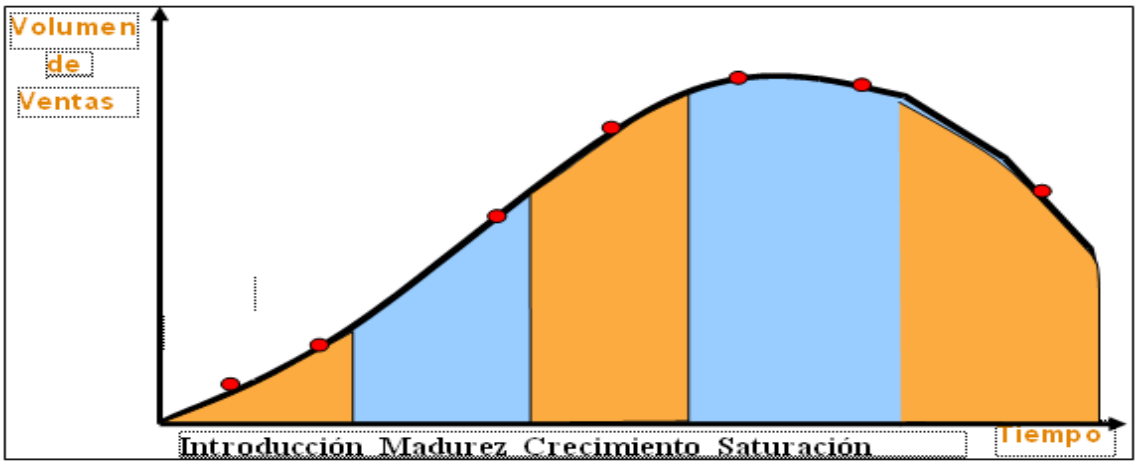
CARACTERISTICAS	POLITICAS DE CONTROL	METODOS DE CONTROL
Ítems Clase A • **L**os más importantes • Realmente pocos ítems • Mayor porcentaje del volumen de ventas (en $)	• Supervisión constante y directa para un control estricto • Comunicación directa entre la administración y los proveedores • No exceder a 300 ítem controlados por administrador • Aproximación a Justo a Tiempo e inventario balanceado • Cubrimiento de existencias entre 1 y 4 semanas	• Monitoreo frecuente o continuo • Registros de información precisos • Pronósticos de demanda con suavización exponencial doble • Políticas de control basadas en el nivel de servicio al cliente
Ítems Clase B • Ítems importantes • Volumen de ventas (en $) considerable	• Control clásico de inventarios • Administración por excepción • Cubrimiento de existencias entre 2 y 8 semanas	• Sistema de control computarizado básico • Pronósticos de demanda con suavización exponencial simple • Reportes por excepciones

Ítems Clase C • Gran cantidad de ítems • Ítems de muy poco valor unitario o de bajo nivel de ventas (en $)	• Supervisión mínima • Pedidos bajo orden • Tamaños de pedidos grandes • Políticas de cero o alto nivel de inventarios de seguridad • Cubrimiento de existencias entre 3 y 20 semanas	• Sistema de control simple • Pronósticos de demanda mediante promedio móvil • Gestión para evitar agotados y eliminar los excesos • Larga frecuencia de ordenes • Sistema automático

o **Determinación del SKU de un ítem** El SKU (*Stock Keeping Units*) o "unidad básica de almacenamiento" es la descripción de un ítem en particular.

Al nombrar un SKU en particular, se estará definiendo el ítem en general. (Presentación, peso, cantidad, especificaciones, proveedor, clasificación, empaque) [3]

Figura 2. Etapas del ciclo de vida de un SKU



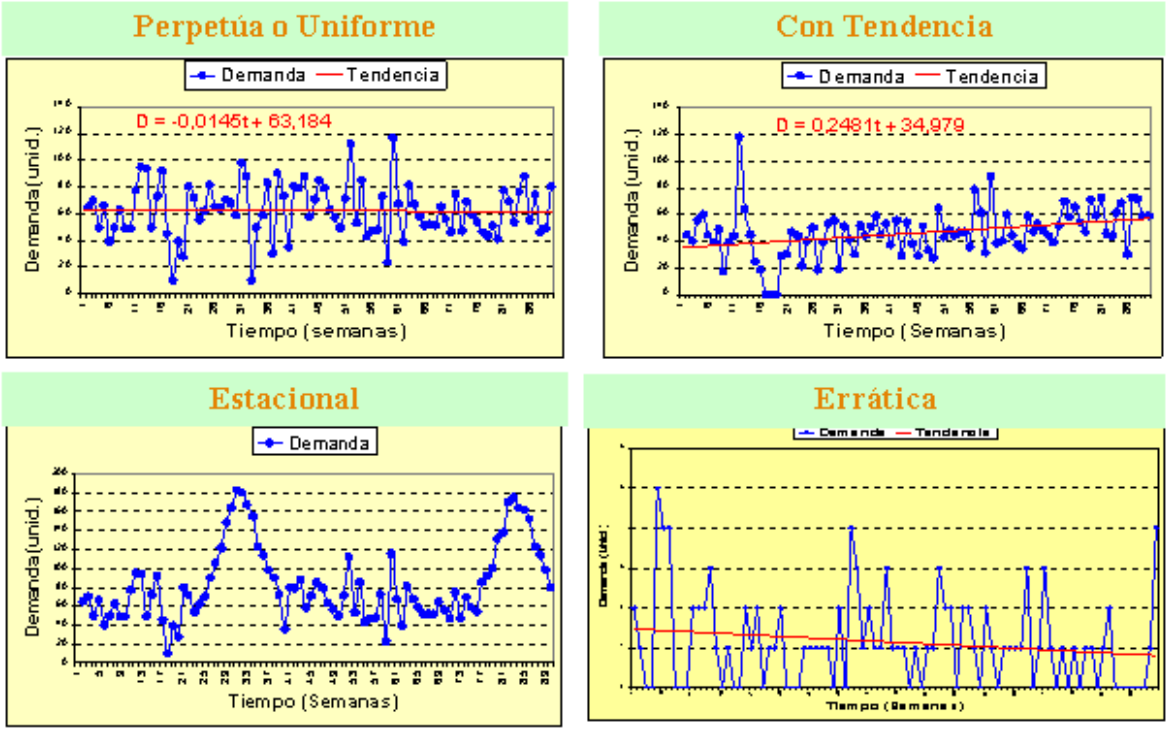
Fuente: LONDOÑO, Julio César. Gestión de Inventarios. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, 2007. Notas de clase.

[3] LONDOÑO, Julio César. Gestión de Inventarios. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, 2007. Notas de clase.

Las etapas del ciclo de vida de un producto, las cuales evidenciamos en la Figura 2, son muy importantes para analizar la estrategia de negocio que una empresa debe tomar. Al ubicarnos en las dos primeras etapas, debemos tener una estrategia responsiva donde el volumen del producto debe ser bajo pero me genera márgenes altos, ya que el producto es innovador. En la tercera etapa debemos adoptar una estrategia eficiente, donde los volúmenes de ventas van a ser más altos, ya que el producto esta en muy buena posición en el mercado, y el margen por el mismo será bajo. Cabe decir que el margen es bajo pero el volumen es elevado. En las dos ultimas el producto pierde fuerza y se debe analizar si se continua comercializando o no.

4.5 Determinación de la demanda

Figura 3. Patrones de demanda



Fuente: VIDAL, Carlos Julio. Notas de clase Universidad del Valle Escuela de Ingeniería Industrial y estadística. Santiago de Cali, 2007

La figura 3 nos muestra los patrones de demanda que pueden tener los productos en el mercado. Podemos observar comportamiento de forma uniforme, con tendencia, estacional o errático. El patrón de demanda es el comportamiento de la

demanda del producto en un determinado tiempo en el mercado. Este comportamiento puede fluctuar o mantener una tendencia fija.

- **Demanda uniforme:** Es fácil de predecir, la pendiente es cercana a cero y la correlación es nula. Esta no cambia considerablemente con el tiempo, pero tiene comportamiento aleatorio. Se aconseja manejarla con promedio móvil o suavización exponencial simple.

- **Demanda con tendencia:** Puede tener tendencia creciente o decreciente. Estas son difíciles de pronosticar, ya que la pendiente tiene un valor significativo y la correlación es alta. Deben de tener un modelo de pronóstico de alto nivel. Se aconseja manejarla con suavización exponencial doble.

- **Demanda estacional:** Se ven mucho en productos que tienen una gran demanda en algunas épocas de año, tales como navidad, invierno, verano, etc. Se aconseja manejarla con el modelo de Winters.
- **Demanda errática:** Si el coeficiente de variación de los datos con respecto a la media es mayor que el 80%, se dice que la demanda es errática. Esta se presenta en la mayoría de productos y es difícil de pronosticar. Se aconseja manejarla con el modelo de Croston (Binomial).

o **Determinación de la demanda**

Poder estimar cuál será la demanda para períodos futuros en la cadena de suministro, es la tarea a desarrollar en este capitulo. Particularmente, en una empresa que comercializa productos de consumo masivo, definir cuales pueden ser los requerimientos futuros de productos es de suprema importancia y en este caso particular, donde se posee un extenso portafolio de artículos bastante grande, el no tener un valor acertado de la demanda futura puede ocasionar que con mucha facilidad varios ítems se agoten y/o que algunos otros se queden abarrotados, generando bajos niveles de servicio y/o un incremento en los niveles de inventario. Para poder determinar cuál debe ser el valor del inventario, es fundamental predecir cual será la demanda que tendrán en un futuro los ítems de este portafolio de productos. A esta predicción se le denomina “pronóstico de demanda”.

Existen muchas técnicas para determinar la demanda futura, las cuales van desde simples promedios o números basados en conocimientos empíricos hasta sofisticadas técnicas matemáticas desarrolladas con la ayuda de herramientas de procesamiento de información y cálculo computacional. La selección de la técnica de pronósticos a implementar depende de la complejidad que exista en el manejo de la información y el recurso económico disponible para invertir en sofisticados equipos y programas de computación.

Para la empresa objeto de este estudio, debido al gran volumen de información que se maneja es fundamental que se adopte tecnología de punta para el manejo en "tiempo real" de la información y por supuesto, que se implementen modelos de pronósticos de demanda apropiados, siendo este último, uno de los objetivos propuestos en este proyecto[4].

o **Análisis de datos históricos de demanda**

- A partir de la información histórica de la demanda se elabora un gráfico para determinar el patrón de la demanda.

- Además, se analiza la desviación estándar de los datos y el coeficiente de variación.
- El coeficiente de variación indica la estabilidad de la demanda o su variabilidad. Un coeficiente de variación mayor a 0.8 es considerado por algunos autores como demanda de comportamiento errático.

o **Causa más probable del desbalanceo de inventarios** La causa más probable del desbalanceo de inventarios es el diseño y aplicación de sistemas de gestión y control basados exclusivamente en el promedio de la demanda, con atención mínima o inexistente de la variabilidad de dicha demanda y sin tener en cuenta la variabilidad de los *Lead Times*.

4.6 PRONÓSTICOS

Método Estadístico que analiza los datos históricos de la Demanda, para suministrar un "Valor Estimado" de esta misma en un futuro. El objetivo de los pronósticos es Inferir mediante herramientas Cualitativas y Matemáticas, cual será el comportamiento de la(s) variable(s) de interés de un proceso en el futuro.

- Determinar el tipo de patrón que sigue el proceso (uniforme, con tendencia, estacional, errático, etc.)

- Conocer el promedio de la demanda y su tendencia.

- Conocer la variabilidad del proceso.

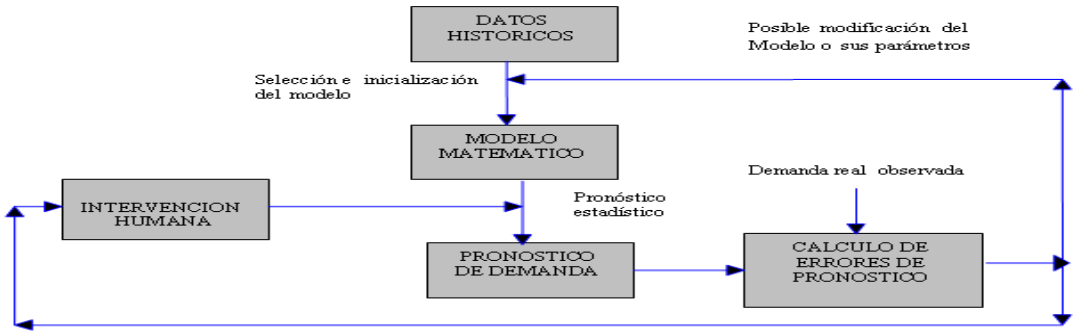
- Establecer herramientas de control, que mantengan el proceso dentro de unos límites.

[4] LONDOÑO, Julio César. Gestión de Inventarios. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, 2007. Notas de clase.

- Reducir costos por inventarios excesivos.

- Reducir las pérdidas por no tener inventario disponible.

Figura 4. Ambiente común de un sistema de pronósticos



Fuente: SILVER, Edgar; PYKE, David F; PETERSON, Rein. Inventory Management and Production Planning Scheduling. 3 ed. John Wiley & Sons, 1998. p. 75.

o **Consideraciones a tener en cuenta en la realización de pronósticos**

- Todo pronóstico será errado. Es imposible predecir lo que realmente ocurrirá en un futuro.

- El pronóstico más eficiente es aquel que produce un error mínimo.

- Un pronóstico óptimo es aquel que produce mejores resultados con menos inversión tecnológica.

- Determinar la variabilidad de los datos, existen productos con demanda errática

- Revisar periódicamente los parámetros del modelo matemático del pronóstico.

o **Causas de imprecisión en los sistemas de pronósticos**

- Utilización de datos poco confiables.

- Utilización de datos de ventas y no de demanda.

- Sesgos en los pronósticos.

- Velocidad de respuesta al cambio.

- Comportamiento de los proveedores.
- Casos especiales de demanda en los pronósticos.
- Selección del período de los pronósticos[5].

4.7 SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS CON DEMANDA ESTOCÁSTICA

o **Modelos matemáticos para el pronóstico de la demanda.**

La información histórica de datos de demanda, permite utilizar un método estadístico conocido como análisis de series de tiempo, el cual permite construir un modelo básico donde se tienen en cuenta las siguientes componentes para determinar el comportamiento de la demanda de un ítem en particular:

♦ 1. Nivel promedio, denotado con la letra *a,* es una constante que representa el promedio de la demanda.

♦ 2. Tendencia, referente a si para un ítem particular la demanda está creciendo o decreciendo denotado con la letra b

♦ 3. Un componente cíclico, denotado con la letra f

♦ 4. Componente estacional, denotado con la letra c y

♦ 5. Un componente aleatorio, con media 0, y varianza desconocida, asumiendo un comportamiento normal en los datos de demanda. Se denota con la letra griega ε, el modelo de series de tiempo para la demanda se puede indicar mediante la siguiente expresión de adición así6:

Demanda en el periodo t $\hat{X} = a + bt + f + c + \varepsilon$ (4.1)

La precisión del modelo de pronósticos, se mide con respecto a la diferencia entre el valor pronosticado y el valor observado, entre menor sea esta diferencia, se dice que el pronóstico es más preciso. Esto se conoce como error del pronóstico y se determina mediante la siguiente ecuación:

[5] VIDAL, Carlos Julio. Universidad del Valle Escuela de Ingeniería Industrial y estadística. Santiago de Cali, 2007. Notas de clase.

$$e_t = X_t - \hat{X}_t \qquad (4.2)$$

Donde,

e_t : Error del pronóstico, para el período ***t***

X_t *:* Valor real de la variable demanda en el período ***t***

$\hat{X}_t$: Pronóstico para el período ***t***, estimado con anticipación

El resultado de la ecuación puede ser positivo o negativo, dependiendo si la demanda real es mayor o menor que el pronóstico. Sin embargo, este indicador no es muy apropiado, ya que a lo largo de varios períodos los resultados se pueden anular, Por ejemplo, en un período la demanda pronosticada pudo haber sido 15 unidades y la demanda real 12 unidades, por lo tanto el error *e* es de –3 unidades y al período siguiente, el pronóstico pudo haber sido de 14 unidades y la demanda real de 11, así el error *e* es de 3 unidades y al sumar los errores en los dos períodos consecutivos, se tiene un resultado acumulado de cero “0” unidades; por lo tanto, esta información no sirve para tomar alguna decisión.

Para obtener mejor información acerca de la precisión del modelo, se han incluido otros indicadores que han demostrado ser más efectivos, tales como:

Error absoluto $$|e_t| = \left| X_t - \hat{X}_t \right| \qquad (4.3)$$

Error cuadrático $$e^2{}_t = \left(X_t - \hat{X}_t \right)^2 \qquad (4.4)$$

Donde, Error absoluto es el valor absoluto del error sin signo y error cuadrático, es el error elevado al cuadrado. En ambas ecuaciones se elimina el problema del signo.

La suma de cada uno de estos errores a lo largo de *n* períodos y divididos en *n,* se conoce como la desviación absoluta media y el error cuadrático medio y se expresan mediante las siguientes ecuaciones:

Desviación media absoluta

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left| X_t - \hat{X} \right|}{n} \qquad (4.5)$$

Error cuadrático medio

$$ECM = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left(X_t - \hat{X} \right)^2}{n} \qquad (4.6)$$

Por otro lado, el análisis de los errores es un indicador que muestra la variabilidad de la demanda con respecto a un promedio y esta información es útil al momento de establecer los inventarios de seguridad, como se expresará más adelante.

La información del error, es también una herramienta importante en las decisiones a tomar por parte del personal que administra el modelo, ya que ésta permite indicar si el modelo está por fuera de control estadístico. La decisión acerca del modelo matemático que se va a seleccionar, depende de los siguientes factores.

• **El costo de adoptar e implementar el modelo.** Se refiere al costo en que se incurre en el proceso mediante el cual la organización aprende la nueva metodología, se apropia de esta y la utiliza adecuadamente, a la adquisición de un software especializado o el desarrollo de este según las plataformas informáticas que la organización posea. En este caso, la empresa asume el desarrollo del software requerido para implementar el nuevo modelo de pronósticos de demanda.

• **La utilidad de los resultados.** Se espera que los resultados obtenidos, sirvan para establecer un sistema de control de inventarios que se pueda aplicar a la cadena de abastecimiento de la empresa.

• **La estabilidad y respuesta del modelo.** Como se mencionó anteriormente, el comportamiento de la demanda es dinámico, lo que significa que es cambiante con el tiempo y por lo tanto, se requiere un modelo de pronósticos de demanda que permita adaptarse a los constantes cambios de una forma rápida y flexible.

4.8 MODELOS DE PRONOSTICOS

4.8.1 PROMEDIO MÓVIL:

Este modelo se sugiere utilizar en aquellos casos donde la demanda tiene patrones de comportamiento estables, con poca o ninguna tendencia. Estos modelos responden a la forma:

Demanda en el periodo t (modelo básico)

$$\widehat{X} = a + \varepsilon \qquad (4.7)$$

Utilizando el criterio de mínimos cuadrados para seleccionar un valor apropiado del parámetro ***a*** se tiene:

$$E(a) = \sum_{t=1}^{T} (X_t - a)^2 \qquad (4.8)$$

Igualando la derivada a cero 0, se obtiene:

$$\hat{a} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{T} X_t \qquad (4.9)$$

El resultado se conoce como la media aritmética o promedio simple de T observaciones.

Análogamente, se puede obtener el valor del operador M_T, como un estimador del parámetro *a* en el que solo se ha determinado darle un peso igual a los últimos *N* períodos y un valor de 0 a los *t-N+1* períodos. Este operador se expresa mediante la ecuación:

$$M_T = \frac{x_T + x_{T-1} + x_{T-2} + \ldots + x_{T-N+1}}{N} \qquad (4.10)$$

El valor del parámetro *a* para un período *t* cualquiera en función del operador anterior se puede expresar así:

$$M_T = M_{T-1} + \frac{x_T - x_{T-N}}{N} \qquad (4.11)$$

El valor de *N* usualmente es un valor pequeño, para darle un mayor peso a los últimos datos observados, lo que significa que el modelo podría responder mejor a los cambios de la Utilizando la expresión de la ecuación (4.11) se puede construir en una hoja de cálculo una simulación, para evaluar con datos reales las bondades de este modelo, en cuanto a pronosticar la demanda de cualquier ítem de la cadena.

4.8.2 SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE:

Este modelo, al igual que el promedio móvil se utiliza en aquellos casos en que se puede determinar que la demanda posee patrones de comportamiento estables con poca o ninguna tendencia. De igual forma que en promedio móvil, se puede modelar mediante la ecuación (4.7).

El operador utilizado para estimar el valor de *a* es nombrado S_t**,** y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha) S_{t-1} \qquad (4.12)$$

S_t**:** Operador. Estima el valor a o el pronóstico siguiente de la demanda realizado en el período **t.**

S_{t-1}**:** Valor estimado del parámetro ***a*** o el pronóstico anterior de la demanda, realizado al final del período ***t-1*** ó período anterior.

X_t**:** Demanda real observada al final del período actual ***t.***

α Constante de suavización. Valores entre (0 ≤ **α** ≤ 1). Su función real es darle mayor o menor peso al último dato de demanda registrado.
También se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$S_t = \alpha X_t - \alpha S_{t-1} + S_{t-1} = S_{t-1} + \alpha (X_t - S_{t-1}) \qquad (4.13)$$

Valores de inicialización de la suavización exponencial simple:

S_0 : Promedio de los últimos N datos históricos de demanda anteriores

$$S_o = \frac{x_t + x_{t-1} + \ldots\ldots\ldots\ldots \ldots + x_{t-N-1}}{N} \qquad (4.14)$$

El valor del parámetro α, se selecciona en un rango entre 0.01 y 0.3

4.8.3 SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL DOBLE:

Las técnicas promedio móvil y suavización exponencial simple sirven para modelar el comportamiento de la demanda en las situaciones en las que esta presenta tendencias poco marcadas, pero, los productos a lo largo de su ciclo de vida presentan diferentes fases como crecimiento, estabilidad y declive y en algunos casos pueden volver a crecer y/o declinar, lo que implica cambios constantes en las tendencias. Es decir, la demanda de un producto puede presentar crecimientos y decrecimientos a lo largo del tiempo, para lo cual, las técnicas descritas anteriormente muy posiblemente no permiten al modelo reaccionar rápidamente ante los cambios de tendencia en la demanda cuando esta se presenta; la suavización exponencial doble por su parte, si permite reaccionar a los constantes cambios de la demanda.

Valores iniciales de la suavización exponencial simple

Los valores iniciales de los operadores **So y So[2],** se pueden determinar mediante dos métodos, uno de ellos es definir los valores de **So y So[2]** en el origen del tiempo y el otro, trasladar el origen un numero de periodos **t** hacia delante. En cualquiera de los dos casos es necesario determinar la ecuación de la línea recta que estima los valores de **Xt**, la cual tiene la forma:

X= a+bt

Donde,

X: cada uno de los valores obtenidos de la ecuación de la recta en función de *t*,
t: Es el valor que puede tomar tiempo, *t* >0,

a: es el valor independiente de la ecuación de la recta, es donde se cruza la recta con el eje vertical,

b: es la pendiente de la recta.

Los valores de *a* y *b* se estiman con el método de mínimos cuadrados, mediante las siguientes expresiones:

$$\hat{a} = \frac{\left(\sum X_t \sum t_t^2\right) - \left(\sum t_t\right)\left(\sum t_t X_t\right)}{n\sum t_t^2 - \left(\sum t_t\right)^2} \qquad (4.15)$$

$$\hat{b} = \frac{\sum X_t / n - \hat{a}}{\sum t_t / n} \qquad (4.16)$$

Con los valores obtenidos de $\hat{a}$ y $\hat{b}$, ya se pueden aplicar cualquiera de los dos métodos.

- **Método 1**

Definir los valores de en el origen del tiempo S_o y $S_o^{[2]}$

Determinar los valores de los parámetros de la ecuación de la línea recta.

$$S_0 = \hat{a}(0) - \frac{\beta}{\alpha}\hat{b}(0) \qquad S_0^{[2]} = \hat{a}(0) - 2\frac{\beta}{\alpha}\hat{b}(0)$$

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S_{t-1} \qquad S_t^{[2]} = \alpha S_t + (1-\alpha)S_{t-1}^{[2]}$$

- **Método 2**

Definir los valores de S_o y $S_o^{[2]}$ en un nuevo origen del tiempo donde se inicializará el pronóstico.

Determinar los valores de los parámetros de la ecuación de la línea recta[7].

$$a_1(t) = a + b(t) \qquad S_0^{[2]} = (\hat{a} + \hat{b}t) - 2 * \left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha}\right] * \hat{b}$$

$$S_0 = (\hat{a} + \hat{b}t) - \frac{(1-\alpha)}{\alpha} * \hat{b} \qquad S_t^{[2]} = \alpha S_t + (1-\alpha)S_{t-1}^{[2]}$$

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha)S_{t-1}$$

[7] SILVER, Edgar; PYKE, David F; PETERSON, Rein. Inventory Management and Production Planning Scheduling. 3 ed. John Wiley & Sons, 1998. p. 81.

4.9 SISTEMAS DE REVISIÓN DEL INVENTARIO

4.9.1 SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA.

Este sistema consiste desde el punto de vista teórico en realizar una revisión continua del inventario en todo momento, para determinar cuándo debe realizarse un abastecimiento; esto en la práctica es relativamente imposible, sin embargo, lo que se hace en la realidad, es revisar el inventario cada vez que una transacción ocurre y de acuerdo al nivel en que se encuentre el inventario, se toma la decisión de ordenar o no un abastecimiento.

4.9.2 SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA.

Este sistema consiste en revisar el nivel del inventario de manera periódica, con una frecuencia de tiempo regular. El lapso de tiempo que transcurre entre cada revisión se denota con la letra ***R***. Cuando el tamaño de ***R*** es muy pequeño, es decir ***R*** > 0, este sistema es igual al sistema de revisión continua.

Con respecto a cuánto se debe ordenar para realizar un abastecimiento, se conocen varios sistemas, pero, antes de presentarlos, es necesario conocer la siguiente notación:

s: Punto de reorden. Definido como la posición en la que al llegar el inventario efectivo se debe realizar una orden de abastecimiento;
Q: Cantidad a ordenar cuando se solicita un abastecimiento;
S: Nivel máximo de inventario hasta el cual debe ordenarse.

En el sistema de revisión continuo se conocen dos tipos de control, el sistema ***(s, Q)*** y el sistema ***(s, S)***. Por otra parte, el sistema de revisión periódica tiene un sistema de control el ***(R, S)***, finalmente, un sistema de control conocido como ***(R, s, S)***, es el resultado de combinar el sistema de revisión continuo con el sistema de revisión periódico.

- **Sistema *(s, Q)*** Sistema punto de reorden, cantidad a pedir, con *R = 0*. Consiste en pedir una cantidad fija *Q* cuando el nivel del inventario efectivo llega al punto de reorden o más bajo. Este sistema es conocido como de “dos cajones”, porque una forma física de su implementación es tener dos cajones para almacenar un ítem, de tal forma que la demanda pueda ser satisfecha desde un cajón y la cantidad almacenada en el otro cajón se puede considerar como el punto de reorden, por lo tanto, cuando es necesario abrir este cajón para atender la demanda debido a que el otro cajón está vacío, en este instante se debe colocar una orden.

• **Sistema *(s, S)*** Sistema punto de reorden, nivel máximo *S,* con *R = 0*. Al igual que el sistema anterior se hace una orden cuando el nivel del inventario llega al punto de reorden o más bajo, sin embargo, en vez de ordenar una cantidad *Q*, se ordena una cantidad para que el nivel de inventario efectivo llegue hasta *S*. Este sistema es frecuentemente denominado sistema *min-max*, debido a que el inventario se encuentra entre un valor mínimo *s* y un valor máximo *S*, exceptuando los casos en que el inventario efectivo llega a ser menor que *s*.

Tabla 2. Comparación entre el sistema de revisión continua y revisión periódica

SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA	SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA
La coordinación de diversos productos en la práctica realmente no es fácil.	Se facilita el control de diversos productos en forma simultánea, obteniéndose así economías de escala significativas.
Al no poder determinar cuando se hará una revisión y un pedido el uso de la carga laboral no es predecible	Fácilmente se puede predecir el uso que tendrá la fuerza laboral
En ítems de alto movimiento la revisión es más costosa	La revisión es menos costosa por ser menos frecuente
En ítems de bajo movimiento la revisión es menos costosa, pero la información acerca de daños o pérdidas puede demorar	La revisión es más costosa, pero existe menos riesgo de falta de información acerca de pérdidas o daños (para ítems de bajo movimiento
Se requiere menor inventario de seguridad	Este sistema requiere un mayor de inventario de seguridad
Se recomienda el sistema *(s, S)* para ítems A	Se recomienda el sistema *(R, s, S)* para ítems A

Fuente: LONDOÑO ORTEGA, Julio César. Análisis y modelación de la cadena de suministro de una empresa comercializadora de productos de consumo masivo. Santiago de Cali, 2006. p. 83. Trabajo de grado (Maestría en Ingeniería en Sistemas) Universidad de Valle.

- **Sistema *(R, S)*** Sistema de revisión periódica donde el inventario se revisa cada *R* unidades de tiempo, se ordena hasta llegar al nivel *S*. Este sistema es muy utilizado en el control de ítems relacionados entre sí, ya sea porque vienen de un mismo proveedor, utilizan el mismo medio de transporte, son de una misma línea de manufactura, o alguna otra razón en particular que le permita percibir economías importantes.

- **Sistema *(R, s, S)*** Es un sistema combinado entre el control periódico y el control continuo, más específicamente *(R, S) y (s, S)*. La idea es que cada *R* unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo, sí está en *s* o por debajo de él se pide lo suficiente hasta llegar a *S*, de lo contrario no se hace nada y se espera hasta la próxima revisión. Este sistema es bastante complejo en el momento de su aplicación, puede hacer que se incurra en errores humanos y tal vez su automatización mediante un software sea de un grado de dificultad alto, como es el caso por ejemplo, cuando el nivel de inventario es un poco mayor que *s* y se puede presumir que para la próxima revisión el nivel del inventario esté muy por debajo del punto de reorden, de tal forma que si no se realiza una orden, se incurre en el riesgo de que ocurra un posible rompimiento de inventario.

5. ANTECEDENTES

Con el tiempo, la demanda de los productos que ofrece la compañía ha crecido significativamente. Esto creó la necesidad de tener un control eficiente en los pedidos que hace la compañía a sus proveedores. Se creó un sistema de control de pedidos, pero no fue implementado, ya que era muy difícil de manejar y dependía de muchas variables que hacían dispendioso el proceso. Al no ser implementado este sistema, los pedidos se hacen teniendo en cuenta las ventas mensuales y anuales, para realizar un Paretto y por medio de promedios, realizar los pedidos. De esta manera se han venido trabajando los niveles de inventario en la organización.

6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

6.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA ORGANIZACIÓN CODINTER LTDA.

Es una compañía 100% colombiana, que desde 1979 ha entregado al mercado latinoamericano productos para el sistema limpiaparabrisas de calidad O.E.M. (*ORIGINAL EQUIPMENT MANUFACTURER*).
Su trayectoria les ha permitido consolidarse como el principal proveedor de importantes ensambladoras en Latinoamérica, en países como Venezuela, Ecuador y Colombia, su país de origen.

• **Productos.** Actualmente CODINTER LTDA., fabrica en la planta de producción partes para vehículos, las cuales son brazos limpia parabrisas y plumillas. Además de producir, importa otros productos para el sector automotriz como son las abrazaderas, flashers, correas y otro tipo de plumillas.
Adicionalmente la compañía es comercializadora de equipos para la industria. Estos son equipos de soldadura, los cuales se clasifican de la siguiente manera: Máquinas, consumibles (soldadura), repuestos y accesorios. Para estos equipos la compañía presta el servicio de mantenimiento y reparación de los mismos.

6.2 MISIÓN

- Consolidar la permanencia, rentabilidad y crecimiento de la organización.

- Desarrollar la competencia del personal, incentivar el trabajo en equipo y proporcionar un ambiente laboral que motive al personal hacia el logro de los objetivos de la organización.

- Mantener relaciones estables con sus proveedores, basadas en la mutua confianza y beneficio.

- Actuar siempre con respeto por el ser humano, la sociedad y el medio ambiente.

6.3 VISIÓN

Ser una organización rentable, de permanente crecimiento, competitiva en la industria automotriz, reconocida por la calidad de sus productos, la satisfacción de cliente, el bienestar de sus colaboradores y la conservación del medio ambiente.

7. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL

En la necesidad de la empresa por disminuir el costo del inventario y optimizar la cantidad de producto disponible para las ventas, se requiere como primera medida disminuir el costo del inventario de lento movimiento mediante acciones e identificación del mismo. Se ha encontrado que en el inventario en lento movimiento existen productos que actualmente se pueden comercializar en Medellín y Bogotá, ciudades en las cuales hay sucursales de la compañía, y a su vez se pueden clasificar en productos obsoletos, productos para análisis y productos para devolver al inventario activo.

Por otra parte, nos encontramos con la situación crítica de la empresa, en la manera de hacer sus pedidos y la falta de control en las cantidades de productos en inventario.

CODINTER LTDA., actualmente realiza sus pedidos de forma empírica, sin tener en cuenta la demanda real ni las tendencias de sus productos, basándose en promedios de venta simplemente. Por esta razón, la intención del proyecto es implementar un sistema, el cual, teniendo en cuenta factores relevantes de demanda y tiempo de pedidos, pronostique y sugiera la cantidad adecuada de producto a comprar para satisfacer la demanda del mercado.

Una vez suministrado el análisis de demanda y el sistema para pronóstico de los ítems seleccionados para el proyecto, se pretende optimizar los pedidos, tener control sobre las cantidades en inventario y tener una herramienta que le permita a la persona encargada de realizar los pedidos en la compañía, basarse en la misma para no incurrir en costo o perder negocios por faltantes en el inventario.

8. DESARROLLO METODOLÓGICO DEL PROYECTO

8.1 IDENTIFICACIÓN DEL INVENTARIO DE CODINTER LTDA

El inventario de CODINTER Ltda., está constituido por productos del sector automotriz y productos del sector industrial.

o Los productos del sector automotriz se dividen en varios grupos, los cuales son:

- Brazos limpiaparabrisas
- Plumillas limpiaparabrisas
- Correas
- Abrazaderas
- Flashers

o Los productos del sector industrial son:

- Equipos de soldadura
- Soldadura
- Accesorios
- Consumibles
- Repuestos

Estos grupos están compuestos por diferentes referencias, además que a su vez, cada integrante de grupo se divide en genéricos y originales. Para efectos del proyecto se especificara más adelante los ítems a evaluar.

8.2 IDENTIFICACIÓN INVENTARIO EN LENTO MOVIMIENTO

Uno de los grandes problemas que poseen las empresas que no tienen un adecuado sistema de control de sus inventarios, es el de inventario obsoleto, ya que por no tener en cuenta las tendencias en el mercado y los datos de demanda real del mismo, siguen haciendo pedidos de productos los cuales se han dejado de vender y por consiguiente quedan en el inventario, no presentan rotación y por consiguiente, generan un costo para la compañía.

En CODINTER Ltda., se realizó un análisis minucioso del inventario en lento movimiento, del cual se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Informe de gestión del inventario en lento movimiento CODINTER LTDA.**

Uno de los mayores inconvenientes en el inventario de la organización **CODINTER LTDA.**, es su elevado costo en inventario sin movimiento. Por esta razón actualmente se realiza un análisis para depurar lo que no sirve y analizar que productos pueden ser vendidos y recuperar algo de la inversión.

El costo total del inventario sin movimiento es aproximadamente **$ 90.000.000**. Se realizó un análisis y se identificó que productos eran totalmente obsoletos, cuales se les puede realizar un análisis en conjunto con los vendedores y personal de mantenimiento, y por último algunos que se deben de devolver al inventario normal.

De acuerdo a la clasificación mencionada, se obtuvieron los siguientes datos:

Productos obsoletos	**58.5%**
Productos para análisis	**38.6%**
Productos para devolver al inventario normal	**2.9%**

En el Anexo 1, se puede observar la identificación del inventario en lento movimiento.

Al realizar la identificación física de los productos que conforman el inventario en lento movimiento, se tomó la decisión por parte las directivas de destruir productos que ya no usan como repuestos o consumibles de los equipos de soldadura, ya que la tecnología de los mismos había cambiado. El valor de esta parte del inventario a destruir fue de **$23.920.258**, con lo cual el inventario en lento movimiento quedo con un valor total de **$70.014.722**.

La gestión realizada sobre estos productos resultantes de la primera destrucción, consistió en realizar una reclasificación para tomar acciones, las cuales generaron la recuperación de capital y la disposición para la venta de algunos productos. Se sugirió incluir algunos productos como promoción en la venta de equipos de soldadura y adicionarle a los mismos el costo de dichos productos.

A continuación se detalla la redistribución y el indicador que nos muestra el resultado de la gestión a dicho inventario.

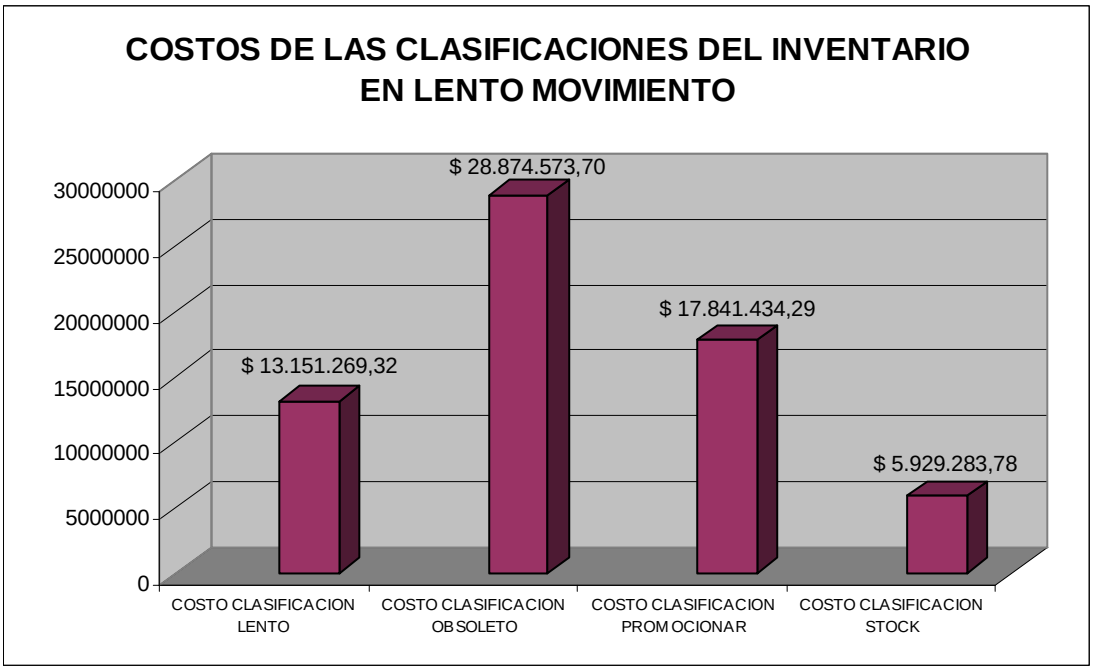
Tabla 3. Clasificación y costo del inventario en lento movimiento

OBSOLETO	$ 32.941.138,27
ANALIZAR	$ 34.455.645,81
DEVOLVER	$ 2.617.944,96
TOTAL	$ 70.014.729,04
DEVUELTO	$ 2.617.944,96
TOTAL INVENTARIO EN LENTO MOVIMIENTO ACTUAL $67.396.784	

Con la primera destrucción y devolución de productos al inventario normal se logro reducir el costo del inventario en lento movimiento en un 24.8%.

Posterior a esto se definieron las medidas con la totalidad del inventario en lento movimiento, de donde se obtuvieron los siguientes datos:

Figura 5 Comparativo de costos de clasificación inventario en lento movimiento



- La clasificación **lento** hace referencia a los ítems cuyo destino está a decisión de las directivas de la empresa, por esta razón siguen conformando el inventario en lento movimiento.

- La clasificación **obsoleto** hace referencia a los ítems que fueron analizados y que definitivamente no se pueden recuperar, proponiendo su eliminación del inventario.

- La clasificación **promocionar** hace referencia a los ítems con los cuales se pueden realizar actividades de promoción o traslado de zona con el fin de recuperar la inversión en los mismos.

- La clasificación ***stock*** hace referencia a los ítems que deben ser devueltos al inventario normal.

La gestión sobre el inventario en lento movimiento se ve reflejada notablemente en la disminución del costo del mismo. Inicialmente el valor del inventario en lento movimiento era aproximadamente $90.000.000 y finalmente, después realizar la clasificación, análisis y generar ideas para recuperar la inversión, este quedo con un valor de $13.151.269, disminuyendo en un 85.34% con respecto a su valor inicial después de las acciones tomadas.

Adicionalmente, se sugirió la reubicación e identificación de la bodega de almacenamiento, ya que la misma no contaba con demarcación de zonas, identificación de productos y orden estratégico para el empaque y distribución de los mismos.

8.3 CLASIFICACIÓN ABC POR GRUPOS

- **Importancia de la clasificación ABC**

La clasificación ABC, es una herramienta que ayuda al control de los inventarios y se fundamenta en el conocido “Principio de Paretto”. Esta consiste en determinar el 20% de los ítems que producen el 80% de las ventas, el 30 % que produce el 15% de las ventas y el 50% restante, que solo produce un 5% en ventas. Ver figura 6. El resultado de esta clasificación será fundamental para el análisis de los pronósticos. Significa esto, que aproximadamente el 20% de los ítems que producen el 80% de las ventas, se clasificarán como A, el 30% siguiente se clasificarán como B y el resto se clasificarán como C; determinándose así, que la gestión fuerte de control se deberá realizar sobre los ítems clasificados A, sobre los ítems B el control podrá ser más automático y los ítems C se podrán controlar con técnicas bastantes simples, incluso algunos autores sugieren no utilizar técnica alguna.

Para poder determinar como se clasificarán todos los ítems en la cadena, se elabora una tabla con los resultados del aporte que hace cada ítem a las ventas. Este procedimiento se desarrolla de la siguiente manera: Se identifica claramente, el valor en pesos v de cada ítem, la demanda anual D, y se calcula el producto Dv, para todos los ítems. Con el resultado obtenido (Volumen de venta anual) se construye la tabla, ordenándolos en forma descendente de mayor a menor.

Los ítems clase A son relativamente pocos y por considerarse como los de costos de reaprovisionamiento, de mantener el inventario y por agotados más altos, se justifica en ellos la aplicación de sistemas de control más sofisticados.

Además de los ítems que se clasifican A en la tabla de productos Dv, otros ítems por su importancia, pueden ser ubicados en esta categoría, ya que son esenciales en una línea de producción o pueden dar la imagen de un pobre servicio al cliente, sacrificando ventas de otros ítems que resultan ser más importantes.

Dado que CODINTER Ltda., posee un inventario compuesto por muchas referencias por grupos, siendo estos los equipos de soldadura, los productos del sector automotriz, la soldadura, los repuestos originales, consumibles originales, accesorios originales, repuestos genéricos, consumibles genéricos y accesorios genéricos, se opto por realizar la clasificación ABC por dichos grupos, tomando el valor v como el valor de los ítems que conforman el grupo, y su demanda D, demanda de dichos ítems anualmente. El resultado fue el volumen de ventas anuales por grupo, y a estos datos se les calculo la participación en las ventas por

año para organizarse de mayor a menor y seleccionar los producto de clasificación A para la realización del proyecto.

Tabla 4 Clasificación ABC por grupos de ítems

ABC A NIVEL MACRO						
LÍNEA	**VOLUMEN DE VENTAS ANUAL**	**% PARTICIPACIÓN**	**LÍNEA**	**% DESCENDENTE**	**% ACUMULADO**	**CLASIFICACIÓN**
AUTOMOTRIZ	**$ 978.700.704**	**9,25%**	**EQUIPOS**	67,80%	67,80%	
EQUIPOS	**$ 7.172.375.940**	**67,80%**	**AUTOMOTRIZ**	9,25%	77,05%	
SOLDADURA	**$ 857.921.568**	**8,11%**	**SOLDADURA**	8,11%	85,16%	A
REP. ORIGINALES	$ 402.991.716	3,81%	**ACCES. ORIGINALES**	4,16%	89,32%	
CONS. ORIGINALES	$ 427.229.916	4,04%	**CONS. ORIGINALES**	4,04%	93,36%	B
ACCES. ORIGINALES	$ 440.385.480	4,16%	**REP. ORIGINALES**	3,81%	97,17%	
REP. GENERICOS	$ 26.138.328	0,25%	**CONS. GENERICOS**	1,68%	98,86%	
CONS. GENERICOS	$ 178.163.184	1,68%	**ACCES. GENERICOS**	0,90%	99,75%	
ACCES. GENERICOS	$ 94.924.812	0,90%	**REP. GENERICOS**	0,25%	100,00%	C
	$ 10.578.831.648	100,00%				

Fuente: Información suministrada por Gerencia de compras e Importaciones. CODINTER Ltda. 2007

Con esta clasificación ABC se logró seleccionar los productos los cuales iban a hacer objeto de nuestro proyecto, para el diseño de un sistema de pronóstico y control adecuado de los inventarios. Dichos productos fueron los Equipos de soldadura y la Soldadura. Cabe anotar que a pesar de que los productos del sector automotriz se clasificaron como productos tipo A, no hacen parte del proyecto, ya que la compañía tiene convenios con ensambladoras y fabrican la mayoría de estos productos por pedido. La dirección de la empresa manifestó la decisión de hacer el modelo de pronósticos y control de inventarios sobre los productos anteriormente mencionados.

El grupo de equipos de soldadura esta compuesto por las siguientes referencias:

Tabla 5 Listado de Equipos de soldadura

LISTADO DE EQUIPOS COMERCIALIZADOS POR CODINTER LTDA.	
ITEM	**EQUIPO**
907251	CST 280
420194	OWD 200
432567	OWD 230
420192	OWD 160
419494	THUNDERBOLT XL 300
419477	THUNDERBOLT XL 225/150
419476	THUNDERBOLT XL 225 AC
421002	DIALARC 250 AC/DC
432806	MILLERMATIC 212
432807	MILLERMATIC 252
907300	MILLERMATIC 350P
421004	ALIMENTADOR S,22
419326	DELTAWELD 452 60HZ
419325	DELTAWELD 302 60HZ
420211	IRONMAN 210
420212	IRONMAN 250
420151	MAXTAR 150 STL W / PROT
420168	MAXTAR 150 STL TIG / STICK
420218	SYNCROWAVE 200 208--230 RUNNER
420301	SYNCROWAVE 250 DX
83178	PMX 1000

ITEM	EQUIPO
425615	PMX 1250
86014	PMX 600
907162	SPECTRUM 1000
423902	SPECTRUM 375
907163	PMX 30 DELUXE
059275	PMX 1650
907164	PMX 30 STD
420203	XMT 350 CC7CV 208-575V
907269	BLUE STAR 185DX
420311	BOBCAT 250
907218	TRAILBLAZER 302D

Se debe mencionar que existe una clasificación ABC para este grupo de equipos, ya que en esta situación también aplica el principio de Paretto, el 20% de los equipos producen el 80% de volumen de ventas en este grupo, por tal razón se analizaran datos históricos de venta para estos equipos y se seleccionaron los que mayor volumen de ventas le representaban a la compañía, de lo cual el grupo se redujo, y es el siguiente:

Tabla 6 Equipos clasificación A

Equipos clasificacion A	
ITEM 1	MILLERMATIC 212
ITEM 2	MILLERMATIC 252
ITEM 3	DIALARC 250AC/DC
ITEM 4	MAXSTAR 150 STICK
ITEM 5	THUNDER 225/150
ITEM 6	S-22
ITEM 7	CST 280
ITEM 8	MILLERMATIC 350P
ITEM 9	MAXSTAR 150 STL
ITEM 10	SYNCROWAVE 200
ITEM 11	XMT 350
ITEM 12	BOBCAT 250
ITEM 13	THUNDERBOLT XL300
ITEM 14	DELTAWELD 452
ITEM 15	BLUE STAR 185 DX
ITEM 16	SYNCROWAVE 250 DX
ITEM 17	TRAILBLAZER 302D
ITEM 18	DELTAWELD 302

Por otra parte, el grupo de la soldadura está compuesto por las siguientes referencias:

Tabla 7 Listado de soldadura

LISTADO DE SOLDADURA COMERCIALIZADA POR CODINTER LTDA.	
ITEM	**DESCRIPCIÓN**
202102 (209007)	SOLDADURA MIG INOX 308L 0,035
202103 (209008)	SOLDADURA MIG INOX 308L 0,045
209009	SOLDADURA FLUXCORED INOX 308L T1 0,045
202107(202013)	SOLDADURA MIG ACERO AL CARBON 0.030
202108 (202014)	SOLDADURA MIG ACERO AL CARBON 0.035
202106 (202006)	SOLDADURA MIG ACERO AL CARBON 0.045
202110 (202092)	SOLDADURA MIG ALUMINIO 4043 0.035x1Lb
202109 (202020)	SOLDADURA MIG ALUMINIO 5356 0.045x15Lb
202030	SOLDADURA STICK INOX 308L 1/8
202099	SOLDADURA STICK INOX 308L 3/32
202072	SOLDADURA STICK INOX 312 1/8 BLUE
202037	SOLDADURA STICK INOX 312 3/32 BLUE
202038	SOLDADURA STICK INOX 316 1/8
208018	SOLDADURA TIG INOX 308L 1/16x36"
208019	SOLDADURA TIG INOX 308L 3/32x36"
208020	SOLDADURA TIG INOX 316L 1/16x36"
202001	SOLDADURA TIG INOX 316L 1/8
208021	SOLDADURA TIG INOX 316L 3/32x36"

De manera análoga al grupo de equipos de soldadura, se realizó clasificación ABC para la soldadura, de la cual se obtuvo el siguiente grupo de soldadura tipo A:

Tabla 8 Soldadura clasificación A

SOLDADURA CLASIFICACIÓN A
SOLDADURA MIG ACERO AL CARBÓN 0.030
SOLDADURA MIG ACERO AL CARBÓN 0.035
SOLDADURA MIG ACERO AL CARBÓN 0.045

8.3.1 CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS DE CONTROL -MÉTODOS DE CONTROL

Ítems Clase A

- Los más importantes
- Realmente pocos ítems
- Mayor porcentaje del volumen de ventas (en $)
- Supervisión constante y directa para un control estricto
- Comunicación directa entre la administración y los proveedores
- Cubrimiento de existencias entre 1 y 4 semanas
- Monitoreo frecuente o continuo
- Registros de información precisos
- Pronósticos de demanda con suavización exponencial doble
- Políticas de control basadas en el nivel de servicio al cliente

8.4 PRONÓSTICOS DE DEMANDA

La estimación de la demanda para períodos futuros, es la tarea a desarrollar en este capitulo. Particularmente, en una empresa que comercializa gran variedad de productos , definir cuales pueden ser los requerimientos futuros de productos es de suprema importancia y en este caso particular, donde se posee un extenso portafolio de artículos bastante grande, el no tener un valor acertado de la demanda futura puede ocasionar que con mucha facilidad varios ítems se agoten y/o que algunos otros se queden abarrotados, generando bajos niveles de servicio y/o un incremento en los niveles de inventarios. Para poder determinar cuál debe ser el valor del inventario, es fundamental predecir cual será la demanda que tendrán en un futuro los ítems de este portafolio de productos. A esta predicción se le denomina “pronóstico de demanda”.

Existen muchas técnicas para determinar la demanda futura, las cuales van desde simples promedios o números basados en conocimientos empíricos hasta sofisticadas técnicas matemáticas desarrolladas con la ayuda de herramientas de procesamiento de información y cálculo computacional. La selección de la

técnica de pronósticos a implementar depende de la complejidad que exista en el manejo de la información y el recurso económico disponible para invertir en sofisticados equipos y programas de computación.

Para la empresa objeto de este estudio, es necesario que se adopte un sistema para el manejo en “tiempo real” de la información y por supuesto, que se implementen modelos de pronósticos de demanda apropiados, siendo este último, uno de los objetivos propuestos en este proyecto.

Desafortunadamente, la empresa carece de un departamento de mercadeo, el cual es en parte necesario para el estudio de mercado y de las fluctuaciones del mismo, por tal motivo se decidió retomar los datos históricos de las ventas para determinar el comportamiento de la demanda, sabiendo que no es demanda real por que la empresa nunca tuvo en cuenta los negocios perdidos por faltantes, esto se va a ver cuando empecemos a analizar los datos de cada ítem y encontremos meses en los cuales las ventas diminuyeron significativamente pero no por el mercado sino por faltantes, situación a tener en cuenta para realizar un control adecuado de los inventarios. Se propuso que el departamento de ventas llevara un control semanal de ventas perdidas por faltantes y/o por negocio perdido por la competencia, para tener un control mas acertado de la demanda, supliendo un poco el problema de la falta de la parte de mercadeo en la empresa.

Al trabajar con datos de demanda real, el pronóstico sería mas acertado, la desviación menor y se tendría un inventario de seguridad menor; Por esta razón se tomó una decisión en conjunto con la gerencia de compras, la cual fue realizar el modelo de pronósticos solamente y a medida que se tengan datos confiables de demanda, se hará un sistema de pedidos teniendo en cuenta tamaños de lote, puntos de reorden e inventarios de seguridad, ya que con los datos suministrados se incurría en sesgos que harían tener gastos mas altos para abarcar la demanda tomada con datos de ventas únicamente. Para el modelo de revisión continua, el cual según análisis es el que mas se ajusta a las características de los productos, se necesitan datos como el costo de ordenar, el costo financiero, entre otros costos los cuales la empresa no suministra para este caso por políticas de la misma.

8.4.1 ANÁLISIS DE DATOS HISTÓRICOS DE VENTA

Los datos históricos de demanda, en este caso de ventas, muestra el comportamiento de la misma en el mercado. Este es el primer paso para determinar los pronósticos de demanda. En el desarrollo de esta fase, se solicitó información acerca de la demanda histórica de cada ítem, como un registro de ventas por ítem mes a mes desde el año 2006.

Esta información es muy importante para la selección del modelo matemático que

se va a seguir, pero es de anotarse que hacia el futuro, los datos de ventas se deben complementar con la información de la demanda no servida. Aunque, la medición de la demanda no servida es una actividad que aparentemente no genera beneficio alguno es fundamental, ya que el promedio histórico de la demanda se reduce y por lo tanto, cuando el modelo seleccionado genere un pronóstico será de un valor inferior y a su vez, así será la provisión del ítem que se haga para satisfacer a la demanda, corriéndose el riesgo de que se generen agotados en los puntos de venta. Por otro lado, la entidad encargada de determinar la cantidad a ordenar, lo hará con un pronóstico bajo y por lo tanto habrá un riesgo futuro de agotados en la bodega. Otra situación que suele ocurrir en la medición de la demanda no servida, es ingresar por nerviosismo u otra circunstancia datos inflados de esta. El efecto que se produce es contrario, abarrotando demasiado los puntos de venta y realizando compras por encima de lo necesario. Por estas situaciones, se debe generar al interior de la organización la cultura necesaria para la medición correcta y a tiempo de la demanda no servida[8].

- **DATOS DE VENTA EQUIPOS DE SOLDADURA**

o A partir de la información histórica de la demanda se gráfica para determinar el patrón de la demanda.
o Además, se analiza la desviación estándar de los datos y el coeficiente de variación.
o El coeficiente de variación indica la estabilidad de la demanda o su variabilidad. Un coeficiente de variación mayor a 0.8 es considerado por algunos autores como demanda de comportamiento errático

A continuación se observa el comportamiento de un equipo Millermatic 212, el cual es uno de los más vendidos, y esto se refleja en la grafica. Los picos se presentan por la falta en el inventario en algunos meses causado por el método que se tiene actualmente para los pedidos, el cual es basado en promedios como lo mencionábamos anteriormente, esto hace que se pida la misma cantidad para cada mes y en el momento de incrementarse la demanda en algún mes, automáticamente el siguiente queda desprotegido por falta de inventario. Esta situación es la razón de este proyecto.

Los datos de demanda para algunos de los equipos de equipos de soldadura tipo A son los siguientes:

[8] LONDOÑO ORTEGA, Julio César. Análisis y modelación de la cadena de suministro de una empresa comercializadora de productos de consumo masivo. Santiago de Cali, 2006. p. 36. Trabajo de grado (Maestría en Ingeniería en Sistemas) Universidad de Valle.

Figura 6 Demanda equipo Millermatic 212

MILLERMATIC 212	
PERIODO	Q VENDIDA
ENE	10
FEB	19
MAR	14
ABR	14
MAY	11
JUN	10
JUL	13
AGO	16
SEP	13
OCT	28
NOV	8
DIC	8
ENE	13
FEB	19
MAR	22
ABR	11
MAY	7
JUN	16
JUL	12
AGO	9
SEP	9
PROMEDIO	13,43
DESV STD	5,19
COEF. VARIACION	0,39

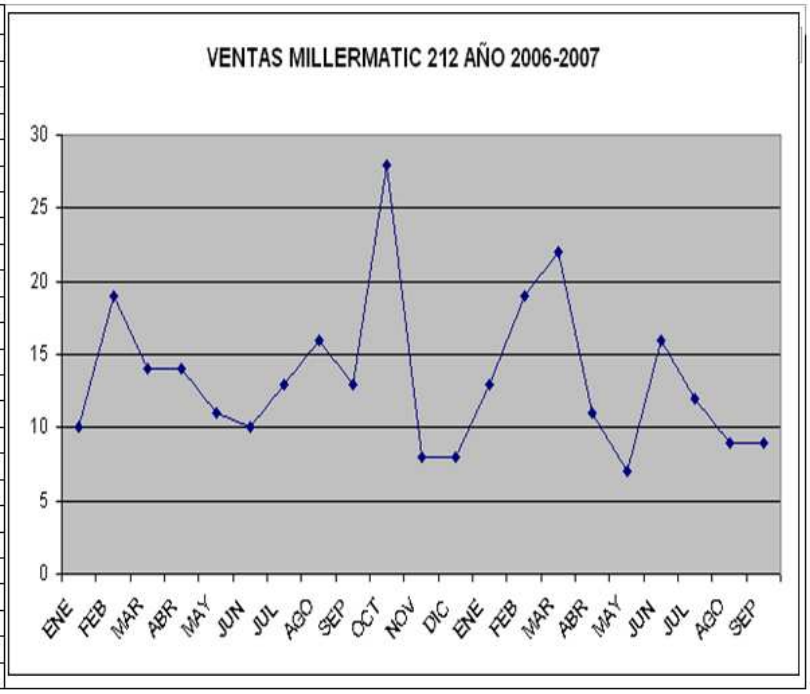


Figura 7 Demanda equipo Millermatic 252

MILLERMATIC 252	
PERIODO	Q VENDIDA
ENE	3
FEB	2
MAR	4
ABR	1
MAY	13
JUN	4
JUL	6
AGO	11
SEP	6
OCT	7
NOV	5
DIC	3
ENE	6
FEB	3
MAR	10
ABR	9
MAY	5
JUN	2
JUL	6
AGO	9
SEP	7
PROMEDIO	5,81
DESVIACIÒN STD	3,19
COEF. VARIACIÒN	0,55

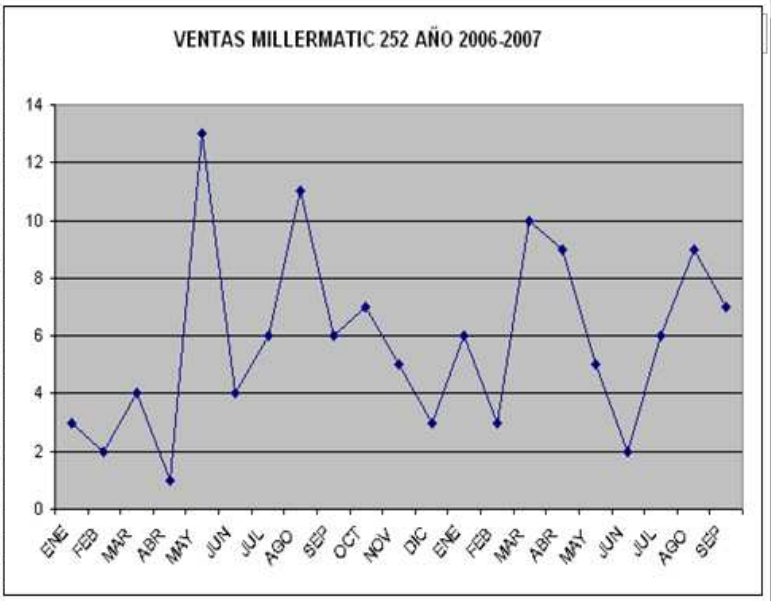


Figura 8 Demanda equipo Dialarc 250

DIALARC 250 AC/DC	
PERIODO	Q VENDIDA
ENE	0
FEB	4
MAR	3
ABR	1
MAY	16
JUN	8
JUL	3
AGO	3
SEP	7
OCT	6
NOV	5
DIC	5
ENE	2
FEB	5
MAR	18
ABR	7
MAY	8
JUN	2
JUL	2
AGO	8
SEP	5
PROMEDIO	5,62
DESVIACION STD	4,47
COEF. VARIACION	0,79

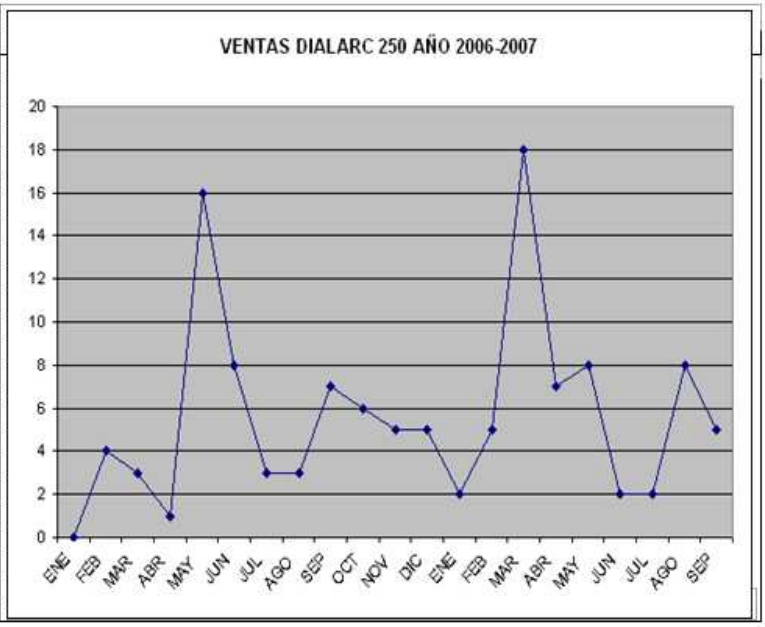


Figura 9 Demanda equipo Maxstar 150 Tig/Stick

MAXSTAR 150 STL TIG / STICK	
PERIODO	Q VENDIDA
ENE	1
FEB	0
MAR	5
ABR	2
MAY	4
JUN	1
JUL	1
AGO	1
SEP	4
OCT	0
NOV	2
DIC	2
ENE	0
FEB	1
MAR	2
ABR	1
MAY	7
JUN	2
JUL	2
AGO	3
SEP	2
PROMEDIO	2,05
DESV STD	1,75
COEF. VARIACION	0,85

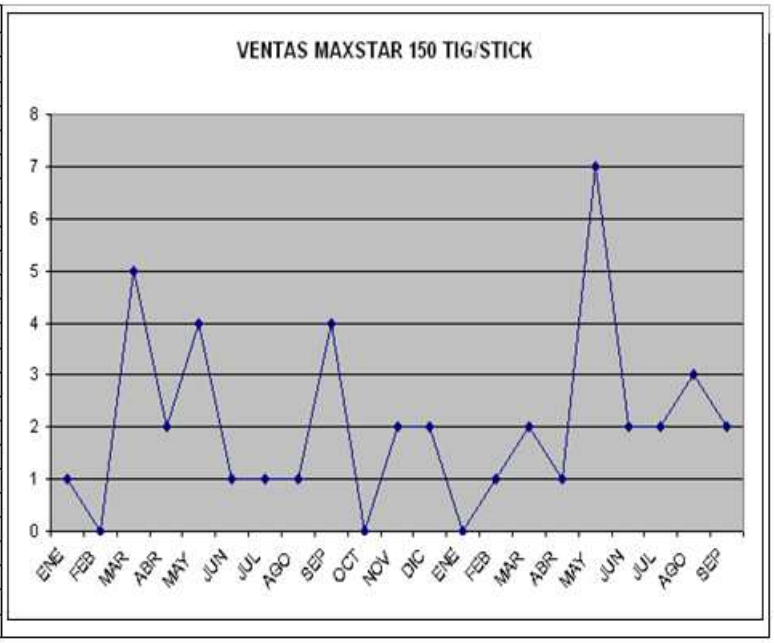
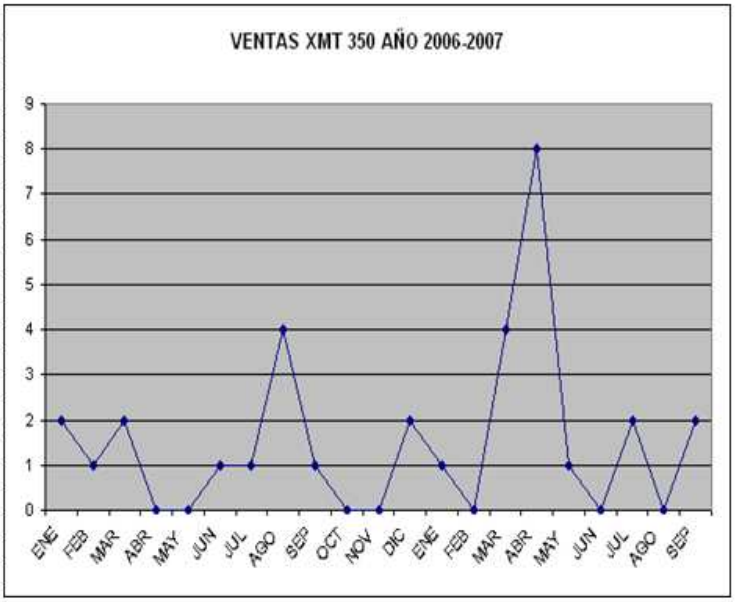


Figura 10 Demanda equipo XMT 350

XMT 350 CC7CV 208-575V	
PERIODO	Q VENDIDA
ENE	2
FEB	1
MAR	2
ABR	0
MAY	0
JUN	1
JUL	1
AGO	4
SEP	1
OCT	0
NOV	0
DIC	2
ENE	1
FEB	0
MAR	4
ABR	8
MAY	1
JUN	0
JUL	2
AGO	0
SEP	2
PROMEDIO	1,52
DESV STD	1,91
COEF. VARIACION	1,26



De esta manera se analizaron las series de tiempo de los demás equipos seleccionados y se graficaron para observar su patrón de comportamiento.

Para lograr pronósticos estadísticos en series de tiempo, se sugieren los siguientes pasos:

- Seleccione el modelo apropiado de acuerdo al patrón que sigue la demanda a los largo del tiempo.

- Seleccione los valores a los parámetros inherentes al modelo.

- Utilice el modelo y los parámetros escogidos para pronosticar la demanda.

Se debe tener en cuenta, que, por tener un gran volumen de ítems en lo posible se tratará de seleccionar modelos que sirvan para pronosticar la demanda de la mayoría de estos, ya que no es de manejo practico tener muchos modelos; además la demanda de los ítems es dinámica y una demanda en particular podría cambiar su patrón de comportamiento quedando el modelo sin aplicación; esto genera la continua revisión de los modelos, labor bastante dispendiosa. En otras palabras, el beneficio de tener muchos modelos, no necesariamente justificaría el costo de administrar un sistema de inventarios con tantos ítems.

- **Datos de venta soldadura**

Tabla 9. Series de tiempo para la soldadura tipo A

VENTAS MENSUALES (EN KGS) DE SOLDADURA (ENE 2006-NOV 2007)					
NOMENCLATURA DE ITEMS		**PERIODO**	**ITEM 1**	**ITEM 2**	**ITEM 3**
ITEM 1	0,03	**1**	90	226	
ITEM 2	0,035	**2**	120	135	
ITEM 3	0,045	**3**	75	300	
		4	615	810	150
		5	600	1335	375
		6	1785	1351	195
		7	7035	2505	945
		8	45	2235	720
		9	0	3480	0
		10	75	6900	240
		11	3765	4830	330
		12	4230	120	1695
		13	1440	11115	90
		14	1635	7890	585
		15	4755	3645	405
		16	3585	7965	5430
		17	5565	3840	5445
		18	2205	7410	1425
		19	5970	3975	1035
		20	5640	8235	2730
		21	3690	10800	1470
		22	2880	13830	1725
		23	3945	8985	1515

	ITEM 1	**ITEM 2**	**ITEM 3**
	5670	11235	1785
	6390	11535	990
	9150	11805	10875
	8175	11385	2460
	9330	19035	4200
	6825	22815	3240
SUMA	45540	87810	23550
PROMEDIO	7590	14635	3925
DESVIACIÓN STD	1517,57	5020,24	3582,94
COEF. VARIACION	0,20	0,34	0,91

Los datos históricos de venta de soldadura han variado en el tiempo de forma significativa, por tal motivo se optó por agruparlos últimos datos marcados con color gris, ya que estos muestran la estabilidad del producto y son mas convenientes para desarrollar los pronósticos. Como el *Lead Time* de la soldadura es de 60 días, y el sistema de pronósticos se esquematizara para datos mensuales, se agruparon de dos en dos meses para tal fin. Más adelante se mostrara el sistema de forma mas explicita.

8.5 MODELO DE INVENTARIO

Modelos matemáticos como Promedio móvil, y suavización exponencial simple, sirven para modelar el comportamiento de la demanda en situaciones en las que se presenta tendencias poco marcadas, pero hay que tener en cuenta que los productos a lo largo de su ciclo de vida presentan diferentes fases como crecimiento, estabilidad y declive y en algunos casos pueden volver a crecer o declinar, lo que implica cambios constantes en las tendencias. Es decir, las demandas de un producto pueden presentar crecimientos y decrecimientos a lo largo del tiempo, para la cual las técnicas descritas anteriormente muy posiblemente no permiten al modelo reaccionar rápidamente ante los cambios de tendencia en la demanda cuando esta se presenta; la suavización exponencial doble, por su parte, si permite reaccionar a los constantes cambios de la demanda.

Es por lo anterior, y teniendo en cuenta los tipos de demanda en los ítems seleccionados para el proyecto, que se optó por desarrollar el sistema de pronósticos basado en Suavización Exponencial Doble. Además, atendiendo el requerimiento de la empresa, se determinó trabajar con datos mensuales, ya que se ajusta a muchos otros ítems de la compañía, dándole solución al problema de la compañía.

Teniendo en cuenta los modelos matemáticos a tener en cuenta para la realización de los modelos de pronósticos del capitulo 4.5, se opto por realizar un desarrollo en Excel, el cual, fuera automático, de fácil manejo y realizara internamente las operaciones matemáticas que estos modelos requieren para su correcto funcionamiento.

El modelo arroja los niveles máximos de inventario a tener, según la capacidad para atender a nuestro cliente, la cantidad a pedir para los próximos 12 meses, y nos muestra la grafica de la tendencia para revisar y hacer modificaciones al sistema, si este lo requiere.

Para el modelo se tuvo en cuenta todas las especificaciones matemáticas, entre las que se encuentran el análisis de error cuadrático medio, la desviación media absoluta, los valores de nivel de servicio y los niveles de inventario óptimos a tener,

según el comportamiento de la demanda. Mas adelante en el análisis del sistema se mostrará estos modelos y formulas aplicadas al mismo.

8.5.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRONÓSTICOS PROPUESTO

Debido a la necesidad de la empresa por tener una herramienta de fácil manejo, se optó por construir una hoja de cálculo en Excel la cual propusiera la cantidad de producto a comprar para suplir la demanda en 12 meses futuros, según parámetros establecidos de historial de ventas y otros factores que mas adelante mencionaremos.

Teniendo en cuenta el comportamiento de la demanda para los productos seleccionados en el capitulo 8.3**,** se tomó la decisión de implementar los modelos de suavización exponencial simple (S.E.S) y suavización exponencial doble (S.E.D) para el uso de la empresa, por su exactitud y respuesta a la variabilidad que pueda tener la demanda. En el modelo, el usuario solo vera estos dos modelos matemáticos, pero ocultamente se trabajó, la regresión lineal para corroborar datos que influyen en el modelo de S.E.D como lo son los datos de la ecuación de la recta (a y b) según las ecuaciones 4.15 y 4.16 del capitulo 4.5.3.

Por otra parte, el sistema muestra los niveles que puede tener el inventario según la desviación de los datos de demanda, es decir, propone un nivel de inventario para suplir la demanda en un 99.9% de nivel de servicio si la empresa toma la decisión e incurre en los costos de importación de los productos. Este calculo esta dado teniendo en cuenta el factor de servicio de servicio que seleccione el responsable de los pedidos en la empresa, en conjunto con la junta directiva. Mas adelante se ampliara el funcionamiento del sistema en este aspecto.

Se realizaron pruebas del sistema, en las cuales se pudo evidenciar la eficacia del mismo, ya que según registros de demanda no satisfecha y ventas reales, registrados durante el proceso, las cantidades propuestas por el modelo cubrían la demanda entre un 90% y un 120%, según los ítems evaluados, sin tener en cuenta los niveles propuestos de inventario mencionados anteriormente.

A continuación se desglosará el modelo y se explicara como se esquematizó, teniendo en cuenta los modelos matemáticos que se mencionan en los capítulos 4.5.2 y 4.5.3, para S.E.S y S.E.D respectivamente.

- **Modelo de Suavización Exponencial Simple (S.E.S)**

El sistema muestra en primera instancia, el cuadro de suavización exponencial simple, el cual debe ser alimentado por datos de demanda mensual, y

automáticamente calcula promedio, desviación estándar y coeficiente de variación, mediante la utilización de las formulas en el software.

Figura 11 Sistema – Suavización exponencial simple (iniciación)

PROMEDIO	13,43	ALFA		MAD	4,674
DESV STD	5,19	0,10		ECM	27,060
COEF. VARIACION	0,39				

SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE						
PERIODO	DEMANDA	Operador St	Pronostico S.E.S	E	IEI	E2
1	10					
2	19					
3	14					
4	14					
5	11					
6	10					
7	13					
8	16					
9	13					
10	28	15				
11	8	14	15	-7	7	46
12	8	14	14	-6	6	37
13	13	13	14	-1	1	0
14	19	14	13	6	6	31
15	22	15	14	8	8	64
16	11	14	15	-4	4	15
17	7	14	14	-7	7	55
18	16	14	14	2	2	5
19	12	14	14	-2	2	4
20	9	13	14	-5	5	22
21	9	13	13	-4	4	18

Valor obtenido a partir del promedio de los 9 datos anteriores.

Montgomery, Jonson y Gardiner[9], asegurar que suavización exponencial simple, es probablemente el procedimiento mas empleado para hacer pronósticos de un futuro inmediato, debido a su simplicidad, eficiencia computacional, respuesta a sus cambios y su exactitud razonable.

El factor ALFA, constante de suavización, me indica que tan dispersos están los datos y le da mayor o menor peso al último dato de demanda registrado. Este valor se optimiza mediante la herramienta de Excel, llamada Solver, la cual busca el valor optimo para que el error cuadrático medio sea el mínimo. Se debe mencionar, que para el uso de esta herramienta es necesario parametrizar el valor

[9] MONTGOMERY, Douglas C, JOHNSON, Lynwood A. y GARDINER, John S. Forecasting and time series análisis. New York: Mc Graw-Hill, Cap 4 p.81,1990

de ALFA sugerido por los autores, el cual se encuentra entre 0.01 y 0.3. (Ver Anexo 2)

De esta manera, por medio del modelo matemático, el sistema calcula el operador St[10] y el pronóstico de suavización exponencial simple. Como se muestra en la grafica, el valor inicial del operados St es el promedio de los 9 datos de ventas anteriores. Este modelo se diseñó teniendo en cuenta la ecuación 4.12 del capitulo 4.5.2, para suavización exponencial simple, como se evidencia en la figura 12.

Figura 12. Sistema – Parametrizacion S.E.S

SUMA =ALFA*B20+(1-ALFA)*C19

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2	PROMEDIO	6,81		ALFA		MAD	3,009
3	DESV STD	3,64		0,30		ECM	12,743
4	COEF. VARIACION	0,53					
5							
6							
7							
8	SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE						
9	PERIODO	DEMANDA	Operador St	Pronostico S.E.S	E	IEI	E2
10	1	4					
11	2	1					
12	3	13					
13	4	4					
14	5	6					
15	6	11					
16	7	6					
17	8	7					
18	9	5					
19	10	3	6				
20	11	=ALFA*B20+(1-ALFA)*C19			0	0	0
21	12	3	5	6	-3	3	9
22	13	10	7	5	5	5	24
23	14	9	7	7	2	2	6
24	15	5	7	7	-2	2	5
25	16	2	5	7	-5	5	21
26	17	6	5	5	1	1	1
27	18	9	7	5	4	4	13
28	19	7	7	7	0	0	0
29	20	12	8	7	5	5	28
30	21	14	10	8	6	6	33

- **Modelo de Regresión Lineal**

Como se mencionó anteriormente, este modelo se utilizó en el sistema para corroborar los datos de a y b, los cuales se utilizaran en el modelo de S.E.D, para el calculo de St y St[2]. El modelo se encuentra oculto para el uso de la empresa ya que no es necesaria su manipulación debido a que este se ejecuta automáticamente. Este modelo se puede evidenciar en la siguiente grafica:

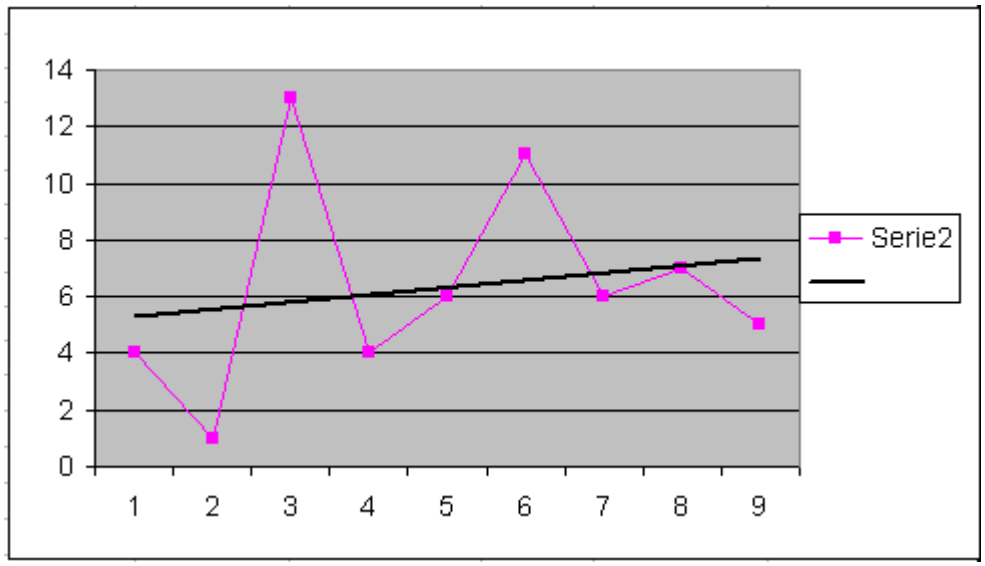
Figura 13. Sistema – Ambiente Regresión lineal

	A	B		MAD	3
	5,08	0,25		ECM	13

Valores necesarios para el modelo de S.E.D.

REGRESION LINEAL					
PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR
1	4	5	-1		
2	1	6	-5		
3	13	6	7		
4	4	6	-2		
5	6	6	0		
6	11	7	4		
7	6	7	-1		
8	7	7	0		
9	5	7	-2		
10	3	8	-5	5	21
11	6	8	-2	2	3
12	3	8	-5	5	26
13	10	8	2	2	3
14	9	9	0	0	0
15	5	9	-4	4	15
16	2	9	-7	7	50
17	6	9	-3	3	11
18	9	10	-1	1	0
19	7	10	-3	3	8
20	12	10	2	2	4
21	14	10	4	4	13

Figura 14. Línea de tendencia ecuación de la recta Regresión lineal



Los valores de a y b, se estiman con el método de mínimos cuadrados, mediante las ecuaciones 4.15 y 4.16, las cuales plasmamos en el modelo de la siguiente manera:

Figura 15. Sistema – Parametrizacion regresión lineal

=((SUMA(Q10:Q18)*SUMA.CUADRADOS(P10:P18))-SUMA(P10:P18)*SUMAPRODUCTO(P10:P18;Q10:Q18))/(CONTARA(P10:P18)*SUMA.CUADRADOS(P10:P18)-POTENCIA(SUMA(P10:P18);2))

Ecuación 4.15 Capitulo 4.5.3

		A	B
4			
18		5,08	0,25
7			

ALFA2 0,01

ERROR CUADR	REGRESION LINEAL						PERIOD
	PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR	
	1	4	5	-1			1
	2	1	6	-5			2
	3	13	6	7			3
	4	4	6	-2			4
	5	6	6	0			5
	6	11	7	4			6
	7	6	7	-1			7
	8	7	7	0			8
	9	5	7	-2			9
9	10	3	8	-5	5	21	10
2	11	6	8	-2	2	3	11
3	12	3	8	-5	5	26	12
31	13	10	8	2	2	3	13
22	14	9	9	0	0	0	14
0	15	5	9	-4	4	15	15
6	16	2	9	-7	7	50	16
4	17	6	9	-3	3	11	17
21	18	9	10	-1	1	0	18
5	19	7	10	-3	3	8	19

=((SUMA(Q10:Q18)/CONTARA(P10:P18))-A)/(SUMA(P10:P18)/CONTARA(P10:P18))

Ecuación 4.16 capitulo 4.5.3

N	O	P	Q	R	S	T	U
			A	B			
4							
18			5,0	0,25			
7							

ERROR CUADR	REGRESION LINEAL					
	PERIODO	DEMANDA	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR
	1	4	5	-1		
	2	1	6	-5		
	3	13	6	7		
	4	4	6	-2		
	5	6	6	0		
	6	11	7	4		
	7	6	7	-1		
	8	7	7	0		
	9	5	7	-2		
9	10	3	8	-5	5	21
2	11	6	8	-2	2	3
3	12	3	8	-5	5	26
31	13	10	8	2	2	3
22	14	9	9	0	0	0
0	15	5	9	-4	4	15

- **Modelo de Suavización Exponencial Doble (S.E.D)**

A partir de este modelo, se tomara la decisión por parte de la empresa, de la cantidad de producto a comprar para suplir demandas futuras, ya que la demanda puede presentar cambios a lo largo del tiempo, y este permite reaccionar rápidamente ante esos cambios de tendencia.

El modelo permite pronosticar la demanda mensual. Para 12 periodos futuros, como lo mencionábamos anteriormente. De esta manera, se realizaran presupuestos anuales por parte de la Gerencia de compras, aspecto benéfico para la planeación de la empresa.

Figura 16. Sistema – Ambiente S.E.D

ALFA2	BETA
0,01	0,99

MAD	3,0218
ECM	13,2624

MODELO DE PRONOSTICOS

SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE

PERIODO	DEMANDA	St	St [2]	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR
1	4						
2	1						
3	13						
4	4						
5	6						
6	11						
7	6						
8	7						
9	5						
10	3	-17	-42				
11	6	-17	-42	7,583	-2	2	3
12	3	-17	-42	7,802	-5	5	23
13	10	-17	-41	7,955	2	2	4
14	9	-16	-41	8,246	1	1	1
15	5	-16	-41	8,510	-4	4	12
16	2	-16	-41	8,690	-7	7	45
17	6	-16	-40	8,805	-3	3	8
18	9	-16	-40	8,998	0	0	0
19	7	-15	-40	9,246	-2	2	5
20	12	-15	-40	9,450	3	3	7
21	16	-15	-39	9,749	6	6	39

PRONÓSTICO FUTURO PARA 12 MESES

1	10
2	10
3	11
4	11
5	11
6	11
7	12
8	12
9	12
10	12
11	13
12	13
	138

PRONOSTICO TOTAL ANUAL

Los valores iniciales de los operadores So y So[2] se determinaron mediante el método 2 del capitulo 4.5.3, basado en el origen del tiempo cambiado al periodo 10. Este método consiste en trasladar el origen del tiempo (donde se encuentra el primer dato histórico), al origen donde se va a iniciar el cálculo del pronóstico de la demanda.

El método aplicado al modelo propuesto se evidencia en las siguientes graficas:

Figura 17. Sistema - Calculo de So

fx =(A+B*9)-((1-ALFA2)/ALFA2)*B

Calculo de So:

$$S_0 = (\hat{a} + \hat{b}t) - \frac{(1-\alpha)}{\alpha} * \hat{b}$$

ALFA2	BETA
0,01	0,99

MAD	3,0218
ECM	13,2624

MODELO DE PRONOSTICOS

SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE

PERIODO	DEMANDA	St	St [2]	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR
1	4						
2	1						
3	13						
4	4						
5	6						
6	11						
7	6						
8	7						
9	5						
10	3	-17	-42				
11	6	-17	-42	7,583	-2	2	3
12	3	-17	-42	7,802	-5	5	23
13	10	-17	-41	7,955	2	2	4
14	9	-16	-41	8,246	1	1	1
15	5	-16	-41	8,510	-4	4	12
16	2	-16	-41	8,690	-7	7	45
17	6	-16	-40	8,805	-3	3	8
18	9	-16	-40	8,998	0	0	0
19	7	-15	-40	9,246	-2	2	5
20	12	-15	-40	9,450	3	3	7
21	16	-15	-39	9,749	6	6	39

Se debe tener en cuenta que para efectos del funcionamiento automático, el ALFA es llamado ALFA2 para que los cálculos no los realice con el valor del ALFA correspondiente a S.E.S.

Figura 18. Sistema – Calculo de So[2]

=(A+B*9)-(2*((1-ALFA2)/ALFA2))*B

W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
ALFA2	BETA				MAD	3,0218	
0,01	0,99				ECM	13,2624	

Calculo de So[2]:

$$S_0^{[2]} = (\hat{a} + \hat{b}t) - 2 * \left[\frac{(1-\alpha)}{\alpha}\right] * \hat{b}$$

STICOS

L DOBLE

PERIODO	DEMANDA	St	St [2]	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR
1	4						
2	1						
3	13						
4	4						
5	6						
6	11						
7	6						
8	7						
9	5						
10	3	-17	-42				
11	6	-17	-42	7,583	-2	2	3
12	3	-17	-42	7,802	-5	5	23
13	10	-17	-41	7,955	2	2	4
14	9	-16	-41	8,246	1	1	1
15	5	-16	-41	8,510	-4	4	12
16	2	-16	-41	8,690	-7	7	45
17	6	-16	-40	8,805	-3	3	8
18	9	-16	-40	8,998	0	0	0
19	7	-15	-40	9,246	-2	2	5
20	12	-15	-40	9,450	3	3	7
21	16	-15	-39	9,749	6	6	39

Figura 19. Sistema - Cálculo de St

=ALFA2*X20+(1-ALFA2)*Y19

W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
ALFA2	BETA				MAD	3,0218	
0,01	0,99				ECM	13,2624	

Calculo de St:

$$S_t = \alpha X_t + (1-\alpha) S_{t-1}$$

STICOS

DOBLE

PERIODO	DEMANDA	St	St [2]	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR
1	4						
2	1						
3	13						
4	4						
5	6						
6	11						
7	6						
8	7						
9	5						
10	3	-17	-42				
11	6	-17	-42	7,583	-2	2	3
12	3	-17	-42	7,802	-5	5	23
13	10	-17	-41	7,955	2	2	4
14	9	-16	-41	8,246	1	1	1
15	5	-16	-41	8,510	-4	4	12
16	2	-16	-41	8,690	-7	7	45
17	6	-16	-40	8,805	-3	3	8
18	9	-16	-40	8,998	0	0	0
19	7	-15	-40	9,246	-2	2	5
20	12	-15	-40	9,450	3	3	7
21	16	-15	-39	9,749	6	6	39

Figura 20. Sistema – Cálculo St[2]

fx =ALFA2*Y20+(1-ALFA2)*Z19

Calculo St[2]:

$$S_t^{[2]} = \alpha S_t + (1-\alpha) S_{t-1}^{[2]}$$

W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
ALFA2	BETA				MAD	3,0218	
0,01	0,99				ECM	13,2624	

OSTICOS

SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE

PERIODO	DEMANDA	St	St [2]	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR
1	4						
2	1						
3	13						
4	4						
5	6						
6	11						
7	6						
8	7						
9	5						
10	3	-17	-42				
11	6	-17	-42	7,583	-2	2	3
12	3	-17	-42	7,802	-5	5	23
13	10	-17	-41	7,955	2	2	4
14	9	-16	-41	8,246	1	1	1
15	5	-16	-41	8,510	-4	4	12
16	2	-16	-41	8,690	-7	7	45
17	6	-16	-40	8,805	-3	3	8
18	9	-16	-40	8,998	0	0	0
19	7	-15	-40	9,246	-2	2	5
20	12	-15	-40	9,450	3	3	7
21	16	-15	-39	9,749	6	6	39

De esta forma, el sistema implementado incluye los cálculos matemáticos que conforman el modelo de S.E.D. se debe tener en cuenta, que el error cuadrático medio (ECM), es minimizado gracias al uso de la herramienta Solver, la cual busca el valor optimo de ALFA2, en este caso, para minimizar el error y hacer que el pronostico sea mas acertado según los datos históricos que ha presentado la demanda. Como se mencionó anteriormente, el valor de ALFA2 se debe parametrizar entre 0.01 y 0.3, al igual que en el modelo de S.E.S.

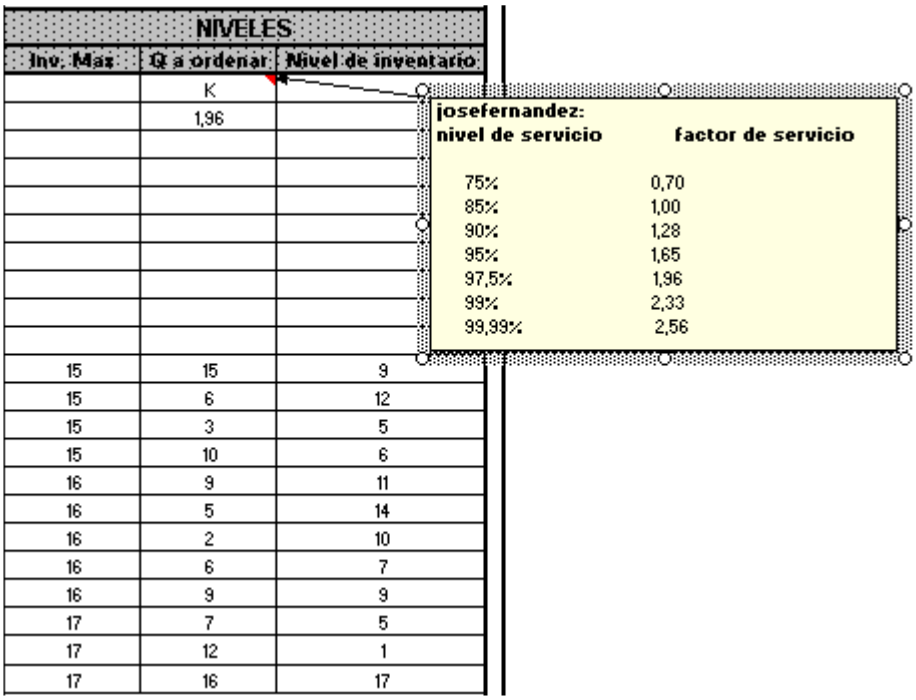
Adicionalmente, el modelo calcula el inventario máximo a tener, la cantidad Q a ordenar según el nivel de inventario.

Es de gran importancia tener control sobre el inventario, ya que el modelo de pronósticos nos muestra, según la tendencia, la cantidad que probablemente en el futuro se va a demandar, pero debemos tener en cuenta la cantidad de inventario que tenemos en la actualidad y con base en el, tomar las decisiones de cuanto y cuando hacer un pedido.

Por tener datos de venta y no de demanda real, y no recibir información de costos, como por ejemplo el de mantener el inventario, se sentó el precedente de proponer un sistema de revisión completo en el momento en que la empresa aplique las mejores practicas sugeridas, como por ejemplo, tener en cuenta la

demanda no servida y el mercado en si, ya que por políticas no se recibió la información necesaria para estudiar un sistema de control eficiente para la cadena de suministro de la compañía. Las directivas de la empresa estuvieron de acuerdo con lo planteado y propusieron el tema como parte de otro proyecto. Aunque no se haya realizado la propuesta del sistema de control, por las razones ya comentadas, se incluyó en el sistema el siguiente calculo de niveles para tener control sobre los pedidos:

Figura 21. Sistema - Niveles



NIVELES		
Inv. Max	Q a ordenar	Nivel de inventario
	K	
	1,96	
15	15	9
15	6	12
15	3	5
15	10	6
16	9	11
16	5	14
16	2	10
16	6	7
16	9	9
17	7	5
17	12	1
17	16	17

Esta parte del sistema implementado, nos muestra el nivel máximo a tener en inventario del ítem analizado, según el factor de servicio k seleccionado, y por medio de un condicional, nos propone la cantidad del producto a pedir, teniendo en cuenta el nivel actual del inventario. Se debe actualizar mensualmente la demanda real en el modelo de S.E.S para analizar el funcionamiento de este parte del sistema.

A continuación se muestra la manera en que se parametrizó los niveles en el sistema:

Figura 22. Sistema – Parametrizacion de niveles (inventario máximo)

MAD	3,0218
ECM	13,2624

DELO DE PRONOSTICOS

AVIZACION EXPONENCIAL DOBLE

St [2]	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR	NIVELES		
					Inv. Max (S)	Q a ordenar	Nivel de inventario
						K	
						1,96	
-42							
-42	8	-2	2	3	15	15	9
-42	8	-5	5				12
-41	8	2	2	4		3	5
-41	8	1	1	1	15	10	6
-41	9	-4	4	12	16	9	11
-41	9	-7	7	45	16	5	14
-40	9	-3	3	8	16	2	10
-40	9	0	0	0	16	6	7
-40	9	-2	2	5	16	9	9
-40	9	3	3	7	17	7	5
-39	10	6	6	39	17	12	1
1	10				17	16	17
2	10				18	0	
3	11				18		

=AA21+K*RAIZ(AC3)

RAIZ(número)

Figura 23. Sistema – Parametrizacion niveles (cantidad a ordenar)

=SI(AF21>AH20;SI(AH20<0;AF21;AF21-AH20);0)

	Z	AA	AB	AC	AD	A	AF	AG	AH
			MAD	3,0218					
			ECM	13,2624					
IODELO DE PRONOSTICOS									
UAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE							NIVELES		
	St [2]	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR		Inv. Max (S)	Q a ordenar	Nivel de inventario
								K	
								1,96	
	-42								
	-42	8	-2	2	3		15	15	9
	-42	8	-5	5	23		=SI(AF21>AH20;SI(AH20<0;AF21;AF21-AH20);0)		
	-41	8	2	2	4		15	SI(**prueba_lógica**; [valor_si_verdaderc	
	-41	8	1	1	1		15	10	6
	-41	9	-4	4	12		16	9	11
	-41	9	-7	7	45		16	5	14

Por otra parte, los campos de demanda y cantidad a pedir me envían alertas de baja rotación del ítem analizado. Cada vez que la cantidad a ordenar o la demanda registrada sea igual a cero, según definición y criterio del Gerente de Compras e importaciones de la compañía, se pintaran los campos y será tomado como alerta de baja rotación del ítem, ya que esta indicando que el ítem no tuvo rotación durante el mes. En el momento que el sistema me genere alertas, la gerencia entrara a analizar la situación del ítem y tomara desiciones administrativas.

Figura 24. Sistema – Alertas de baja rotación

SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE								NIVELES		
PERIODO	DEMANDA	St	St [2]	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR	Inv. Max	Q a ordenar	Nivel de inventario
1	4								K	
2	1								1,96	
3	13									
4	4									
5	6									
6	11									
7	6									
8	7									
9	5									
10	3	-17	-42							
11	6	-17	-42	7,583	-2	2	3	15	15	9
12	3	-17	-42	7,802	-5	5	23	15	6	12
13	10	-17	-41	7,955	2	2	4	15	3	5
14	9	-16	-41	8,246	1	1	1	15	10	6
15	5	-16	-41	8,510	-4	4	12	16	9	11
16	2	-16	-41	8,690	-7	7	45	16	5	14
17	6	-16	-40	8,805	-3	3	8	16	2	10
18	9	-16	-40	8,998	0	0	0	16	6	7
19	7	-15	-40	9,246	-2	2	5	16	9	9
20	12	-15	-40	9,450	3	3	7	17	7	5
21	16	-15	-39	9,749	6	6	39	17	12	1
		PRONOSTICO FUTURO PARA 12 MESES	1	10				17	16	17
			2	10				18		
			3	11				18		
			4	11				18		
			5	11				18		
			6	11				19		
			7	12				19		
			8	12				19		
			9	12				19		

Celdas con formato condicional para generar alertas de baja rotación.

9. CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto inicialmente fue dispendioso, ya que las condiciones de la empresa en cuanto a información no eran las mejores. Alguna información referente a los costos de inventario y costos de importación de los productos no se suministró y se distorsionaron algunos objetivos planteados con anterioridad para el proyecto, teniendo dificultad para cumplirlos totalmente. Esta situación fue sustentada en la empresa y al director del proyecto con anterioridad. Se llegó al acuerdo de realizar el proyecto con las herramientas que se tenían y proponer el sistema de pronósticos adecuadamente, cumpliéndose con lo acordado. Es de gran importancia tener en cuenta llevar el registro de las ocasiones en que se atiende la demanda de los clientes, y medirlo en porcentaje a manera de indicador; por otra parte, también es importante tener en cuenta a manera de indicador el porcentaje en que las unidades servidas cubren las unidades demandadas, esto para implementar un adecuado sistema de control de inventario.

Se levantó la información correspondiente a la conformación del inventario de la empresa en compañía del Gerente de compras e importaciones y del Jefe de almacén, de los cuales se obtuvo la información necesaria y apoyo para el cumplimiento de los objetivos específicos relacionados con la gestión del inventario en lento movimiento y la identificación del inventario global. Se alcanzaron los objetivos relacionados anteriormente y se llegó a la conclusión de que es esencial la buena planificación de las compras mediante la propuesta resultante de este proyecto, ya que el nivel de inventario con baja rotación, eleva los costos de la empresa y no genera rentabilidad, por el contrario, genera perdidas.

Con la realización del análisis cuantitativo y cualitativo del inventario de lento movimiento, se logró reclasificar dicho inventario realizando campañas y reubicando los ítems que se comercializaban en otras sedes, como lo son CODINTER Bogotá Y CODINTER Medellín. Es de gran importancia tener un adecuado manejo del inventario en cuanto a clasificación y ubicación, ya que podemos relegar algunos producto por su baja rotación, pero estos se pueden comercializar generando estrategias, ya sean de comercialización o de recuperación de dinero.

Se debe tener en cuenta la conformación del inventario de lento movimiento, ya que se puede presentar que este contenga ítems los cuales se pueden reubicar o con los cuales se generarían ideas para la recuperación del dinero invertido. Es de gran importancia tener presente el uso de cada uno de estos ítems para generar estas ideas de recuperación de inversión.

Con la clasificación ABC, se corroboró la importancia de los productos que generan mayor volumen en la rentabilidad de la compañía. Se seleccionaron los productos a estudiar y se analizó la demanda de cada uno de ellos. El análisis de dicha demanda fue de gran importancia, ya que esta nos permitió seleccionar el tipo de modelo de pronósticos según su patrón de comportamiento.

Dado que los productos del sector automotriz que generan mayor volumen de rentabilidad son producidos por la compañía, en la planta ubicada en Jamundi, no se tuvieron en cuenta para el proyecto, ya que la planta tiene su sistema de pedidos y planificación de la producción bien estructurado. Básicamente el proyecto se realizó pensando en los productos que vienen del exterior, de lo cual se realizó el análisis de la cadena de abastecimiento de la empresa y los medios logísticos empleados por la misma. Esto último, es de gran importancia para el análisis del momento en el cual se debe realizar la revisión del inventario para posteriormente, si se llega a una cantidad inferior para suplir la demanda, enviar un pedido al proveedor con la cantidad adecuada según el análisis.

La clasificación ABC es de gran importancia, ya que el resultado de esta será fundamental para el análisis de los pronósticos, determinando esta que la gestión fuerte será sobre los ítems clase A, sobre los ítems clase B el control puede ser mas automático y los ítems C se podrán controlar con técnicas bastante simples.

Con el mecanismo sugerido se cubrió el objetivo general del proyecto, teniendo en cuenta cada uno de los objetivos específicos en cuanto a la selección del sistema de pronóstico, implementación de mecanismo eficiente para la realización de pedidos, mecanismo para evidenciar la baja rotación de un ítem especifico, y por último, se propuso un sistema de control de inventario con los datos que proporcionó la compañía, sin tener en cuenta aspectos de costo, como por ejemplo el costo de mantenimiento del inventario, ya que, como se comentó anteriormente, para la empresa no era claro los conceptos académicos para el análisis completo.

Se concluyó que para tener un pronóstico mas acertado, se debe llevar un registro de demanda no atendida, ya que no se lleva en la actualidad y esto no muestra la realidad del mercado. Por otra parte, se evidenció la necesidad de constituir un departamento de mercadeo en la empresa, ya que los datos relacionados con la demanda y necesidades del cliente no son adecuados, proponiendo inicialmente, llevar un control de la demanda real por parte del departamento de ventas. Se discutió ante la gerencia, que realizar un sistema de pedidos teniendo en cuenta punto de reorden e inventarios de seguridad, saldría costoso para la compañía, tomándose la decisión de plantear este sistema en un futuro proyecto, donde el sistema propuesto en este proyecto, trabajara con la demanda real, la cual seria registrada por el departamento de ventas, como se comentó anteriormente.
Se seleccionaron los productos que según el análisis ABC, teniendo en cuenta sus volúmenes de venta, son los más significativos para la empresa, donde se

corroboró la decisión de la gerencia de compras en hacerle análisis a los mismos. Se determinaron cantidades propuestas para pedidos mensuales teniendo en cuenta los datos de ventas históricos y la fluctuación del mercado. Cabe anotar que las cantidades propuestas por el modelos, están sujetas a evaluación en el momento que la empresa proponga un evento inusual.

Para determinar un modelo de revisión, se aconseja tener en cuenta datos de demanda real, para optimizar los pedidos y no incurrir en costos elevados por sesgos que genera trabajar con datos de ventas. De acuerdo con la identificación de la demanda de los ítems analizados para la compañía, se propone implementar un modelo de revisión periódica (R, s, S), ya que este sistema es una combinación entre el control periódico y el control continuo, la idea es que cada R unidades de tiempo se revisa el inventario efectivo, si este está por debajo de el inventario de seguridad se realiza el pedido, sino se espera hasta el próximo periodo.

El control de los inventarios en una compañía es de vital importancia para la misma, ya que de estos depende la satisfacción del cliente y la estabilidad económica da la empresa.

El modelo para pronóstico de la demanda propuesto muestra un pronóstico de venta para periodos mensuales futuros, con el cual la gerencia, según el inventario disponible del ítem analizado, toma la decisión de cuanto pedir, siendo este eficiente para la realización de dichos pedidos. Se hicieron pruebas para el modelo, y se llegó a la conclusión en conjunto con la gerencia, que este es muy acertado. EL modelo matemático seleccionado fue el de Suavización Exponencial Simple, ya que este reacciona mas rápidamente a los cambios de demanda mostrados por los ítems analizados.

El modelo pronostica la cantidad de demanda futura según los patrones y las fluctuaciones de la demanda histórica, donde hay que tener en cuenta que para realizar un pedido óptimo, se deben contemplar varios aspectos de la demanda real. Además de esto, hay que tener presente el nivel de inventario con el que termina el periodo para no incurrir en costos elevados por pedir la cantidad que propone el sistema sin tener en cuenta las cantidades disponibles.

La empresa debe tener presente que para realizar en análisis de rotación de los inventarios, es aconsejable tener en cuenta solo los ítems cuyos valores de compra a proveedor ya han sido cubiertos en el 100%, ya que son estos los que me generan costos y gastos influyentes en el estado de perdidas y ganancias de la compañía. La Gerencia de Compras e importaciones, no aceptó la propuesta y manifestó no tener en cuenta este objetivo específico en el desarrollo del modelo. Se debe tener en cuenta que la propuesta aplica para analizar la rotación mensual del inventario, y si existe una cuenta por pagar en el mismo mes, se debe tener en cuenta ese producto para dicho análisis.

La junta directiva de la compañía distribuidora internacional CODINTER Ltda., demostró satisfacción con el trabajo realizado durante el periodo de práctica, ya que se cumplió el objetivo del mismo, generando una herramienta muy buena para el control de pronósticos e inventario en la compañía.

10. RECOMENDACIONES

Para la realización de análisis de demanda y control de inventarios, es necesario conocer cual es el sistema de cadena de abastecimiento, con el fin de tener una visión global del negocio o empresa a estudia. El análisis de productos no se debe realizar a la ligera, se debe hacer una clasificación ABC de los ítems para tomar desiciones acertadas para las organizaciones.

Se debe tener en cuenta la demanda real para un sistema de pronósticos, sabiendo que demanda real es igual a ventas más demanda no atendida, ya sea por faltantes o por competencia.

De acuerdo a la clasificación de los productos, se debe hacer el análisis del sistema de control de inventarios, ya que para productos tipo C, se puede gastar dinero innecesariamente.

Para ítems clase A y B, se recomienda el uso de modelos matemáticos tales como promedios móviles, suavización exponencial simple y doble, y para ítems clase C se recomienda utilizar modelos más sencillos como promedio móvil.

Con respecto a la empresa CODINTER Ltda. Se realizan las siguientes recomendaciones:

♦ 1. Llevar un control de demanda no atendida, es importante para un buen trabajo de pronósticos de demanda.

♦ 2. Organizar el almacén de tal forma que el picking sea más eficiente. Demarcar estanterías y sectores, ubicar los productos para trabajar utilizando un sistema FIFO.

♦ 3. Tener una mejor comunicación con el departamento de ventas, para hacer una retroalimentación de los negocios y movimientos del mercado, y así mejorar las cantidades a pedir, para no sufrir de faltantes o de altos niveles de stock.

♦ 4. No realizar los pedidos de acuerdo a promedios, ya que la variabilidad del mercado puede generar grandes sesgos. se debe tener en cuenta inventarios de seguridad para productos con Lead Times muy altos, haciendo una revisión Periódica de los mismos.

♦ 5. Llevar un registro para pedidos el los cuales se pierde la venta y para los que se tiene un backorder.

♦ 6. Al pronosticar con datos de ventas, el inventario de seguridad tiende a ser mayor, por esta razón se recomienda pronosticar con demanda real.

♦ 7. Tener inventarios de seguridad adecuados para los productos con lead times muy largos, esto para cubrir la demanda del tiempo de entrega.

♦ 8. Calcular el costo de mantener el inventario par propuesta de control futuras.

♦ 9. Se propone calcular punto de reorden para algunos productos, ya que el control de los mismos se lleva de forma verbal, es decir, se pregunta al almacenista si con la mercancía que se tiene se suple la demanda, demanda que varía y fluctúa significativamente.

♦ 10. Existe un gran problema en la compañía, y es la falta de comunicación en las partes de la cadena de abastecimiento. la comunicación es parte vital para conocer los requerimientos de los clientes, es decir la demanda. de esta manera se podría mejorar un pronóstico de ventas y optimizar las cantidades a comprar.

♦ 11. Se debe estimar los costos de importaciones para hacer un análisis que permita tomar una decisión que reduzca costos, así como también tomar decisiones con los proveedores para minimizar los tiempos de entrega de los productos.

♦ 12. Analizar si es viable realizar un control conjunto de ítems, esto para reducir costos en las importaciones.

♦ 13. No hay comunicación de los negocios por parte de los vendedores, y al momento de facturar ya se han enviado o vendido los equipos a otras zonas. Se recomienda establecer un procedimiento de retroalimentación por negocios pendientes

BIBLIOGRAFÍA

LONDOÑO ORTEGA, Julio César. Análisis y modelación de la cadena de suministro de una empresa comercializadora de productos de consumo masivo. Santiago de Cali, 2006. 146 p. Trabajo de grado (Maestría en Ingeniería en Sistemas) Universidad de Valle.

LONDOÑO ORTEGA, Julio César. Gestión de Inventarios. Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali, 2007. Notas de clase.

MONTGOMERY, Douglas C ; JOHNSON, Lynwood A. y GARDINER, John S. Forecasting and time series analysis. New York: Mc Graw-Hill. 1990. 256 p.

PULIDO, Jose. Gestión de inventarios [en línea].Isla Margarita. monografías.com, 2006. [Consultado 12 de Julio de 2007] Disponible en Internet: http://www.monografias.com/trabajos16/manual-de- inventario/manual-de-inventario.shtml

SILVER, Edgar; PYKE, David F; PETERSON, Rein. Inventory Management and Production Planning Scheduling. 3 ed. John Wiley & Sons, 1998. 784 p.

VIDAL, Carlos Julio. Universidad del Valle Escuela de Ingeniería Industrial y estadística. Santiago de Cali, 2007. Notas de clase.

WILD, Tony. Best Practice in Inventory Management. John Wiley & Sons, 1997. 553 p.

ANEXOS

ANEXO A. Identificación del inventario en lento movimiento

INFORME DEL INVENTARIO EN LENTO MOVIMIENTO						
					COSTO	
REFERENCIA	ITEM	DESCRIPCION ACTUAL	CLASIFICACION	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
000067.-G	400014	CONTACT TIP 0.030"	OBSOLETO	1000	$ 580,90	$ 580.896,00
000068-G	400016	CONTACT TIP 0.035"	OBSOLETO	1000	$ 580,90	$ 580.896,00
000069-G	400018	CONTACT TIP 0.045"	OBSOLETO	978	$ 580,90	$ 568.116,42
000369	400063	SWITCH.LIM 10 AMP 125/250VAC DPST PLGR A	OBSOLETO	1	$ 278.567,42	$ 278.567,42
000417	400070	SCREW.010-24X1.00 SOC HD-HEX GR8 PLN	OBSOLETO	8	$ 2.938,35	$ 23.506,80
000418	400071	SCREW.250-20X .50 HEX HD-PLN GR5 PLD LKG	OBSOLETO	1	$ 1.949,00	$ 1.949,00
002-0078-G	432661	GAS DIFFUSER LH THREADS PK 5	OBSOLETO	5	$ 8.721,10	$ 43.605,49
002N0050	400132	INSULATOR NM-15	OBSOLETO	10	$ 562,00	$ 5.620,00
002N0078.1-G	400133	ADAPTADOR TUBO CONTACTO NM-15	DEVOLVER	17	$ 6.155,19	$ 104.638,19
006393	400366	RELAY.ENCL 24VAC DPDT 10A/120VAC 8PIN	OBSOLETO	1	$ 42.018,54	$ 42.018,54
008951	400483	RESISTOR.WW ADJ 180 W 12 OHM	OBSOLETO	1	$ 21.774,00	$ 21.774,00
010296	400629	FTG.PIPE BRS ELBOW M 1/4 NPT X.625-18 R	OBSOLETO	1	$ 6.600,00	$ 6.600,00
010678	400731	FTG.PIPE BRS ELBOW ST 1/4 NPT L	OBSOLETO	1	$ 5.466,64	$ 5.466,64
011746	400940	SWITCH.CONTROL	OBSOLETO	1	$ 101.050,00	$ 101.050,00
012655	401031	FUSE.MINTR CER 10. AMP 250 VOLT	OBSOLETO	4	$ 6.890,00	$ 27.560,00
018-0004-G	432662	HEAD INSULATOR 26A PK 5	DEVOLVER	10	$ 5.072,48	$ 50.724,75
020361-G	432615	HT SWL RNG PAC120/121	DEVOLVER	30	$ 20.709,15	$ 621.274,50
020382-G	432636	@ELCTD:PAC110 EXT	DEVOLVER	50	$ 4.719,78	$ 235.989,00
02141001	425032	VIDRIO PLASTICO NEGRO 90X110	OBSOLETO	4	$ 1.917,00	$ 7.668,00
030084	401830	SHUNT.METER 50MV 600 AMP LT WT	OBSOLETO	4	$ 142.822,00	$ 571.288,00
030N0029	425011	INSULATOR NM-501	OBSOLETO	3	$ 1.445,00	$ 4.335,00
031683	402007	CAPACITOR.POLYE FILM .5 UF 200 V	OBSOLETO	1	$ 18.309,12	$ 18.309,12
034895	402243	INTERLOCK.CNTOR NO 034 893	OBSOLETO	1	$ 39.134,92	$ 39.134,92
034911	402247	KIT.PT CONT CNTOR SIZE 1-3/4 1P 034 909	OBSOLETO	1	$ 118.018,09	$ 118.018,09
037957	402531	DIODO.RECT 275. A 300V RP DO-9 *1N4048R	OBSOLETO	1	$ 149.266,90	$ 149.266,90
039629	402732	CONN.TW LK INSUL MALE(CAM-LOC TYPE)#2-1/	OBSOLETO	1	$ 32.224,42	$ 32.224,42
040212	402815	FLAT TIPS.	OBSOLETO	1	$ 18.502,00	$ 18.502,00

040851	402843	FP-2423-7 TIPS.NO 1 MT	OBSOLETO	1	$ 59.558,81	$ 59.558,81
041580	402864	NO 19 RUNNING GEAR	OBSOLETO	5	$ 269.784,88	$ 1.348.924,40
045061	403258	CIRCUIT BREAKER.AUTO RESET 24VDC 7 AM	OBSOLETO	2	$ 16.705,00	$ 33.410,00
046819	403431	SUPPRESSOR.	OBSOLETO	3	$ 16.212,00	$ 48.636,00
047047	403451	CONNECTOR.CABLE FEEDER END	OBSOLETO	1	$ 13.342,00	$ 13.342,00
047576	403524	TIP.CONTACT SCR 1/16 WIRE X 1.437	OBSOLETO	16	$ 2.235,03	$ 35.760,48
048638	420049	PISTOLA GA50-GL 15P	OBSOLETO	1	$ 347.170,00	$ 347.170,00
048834	403676	CONN.CIRC CPC CLAMP STR RLF SIZE 11 .329	OBSOLETO	2	$ 12.766,95	$ 25.533,90
049313	403743	TRIGGER.GUN	OBSOLETO	3	$ 12.012,53	$ 36.037,60
049399	403749	NUT. 312-18 PUSH ON .63D .07H STL	OBSOLETO	1	$ 3.176,92	$ 3.176,92
052055	403913	TIP.CONTACT SCR 5/64 WIRE X 1.125	OBSOLETO	32	$ 4.328,49	$ 138.511,68
052964	403982	RELAY.ENCL 24VDC DPDT 10A/120VAC 8PIN	OBSOLETO	1	$ 52.047,74	$ 52.047,74
054263	404108	SCREW.THUMB STL .250-20 X .500 PLD TYP	OBSOLETO	2	$ 1.000,00	$ 2.000,00
056192	404181	GUIDE.WIRE INLET	OBSOLETO	15	$ 10.915,55	$ 163.733,25
056193	404182	GUIDE.WIRE INLET	OBSOLETO	41	$ 8.203,92	$ 336.360,72
056207	404190	GUIDE.WIRE INTERMEDIATE	OBSOLETO	1	$ 11.360,32	$ 11.360,32
058428	404437	HUB.SPOOL	OBSOLETO	1	$ 28.303,68	$ 28.303,68
059266	404539	RELAY.ENCL 120VAC DPDT 10A/120VAC 8PIN	OBSOLETO	7	$ 17.187,00	$ 120.309,00
059926	404627	PIN.SPRING CS .093 X 1.000	OBSOLETO	1	$ 1.127,22	$ 1.127,22
072041	405235	BRUSH SET ASSY.ELECT SLOPE	OBSOLETO	3	$ 259.244,52	$ 777.733,55
079594	405640	KIT.DRIVE ROLL .030 V-GR 2 ROLL	ANALIZAR	2	$ 53.105,57	$ 106.211,13
079614	405660	KIT.DRIVE ROLL 1/16 UC-GR 2 ROLL	OBSOLETO	1	$ 117.447,01	$ 117.447,01
079618	405664	KIT.DRIVE ROLL 1/8 UC-GR 2 ROLL	OBSOLETO	1	$ 36.560,00	$ 36.560,00
079878	405730	HOUSING PLUG+PINS.(SERVICE KIT)	OBSOLETO	4	$ 22.329,86	$ 89.319,44
079970	405734	GUIDE.WIRE OUTLET .030-1/16 WIRE	OBSOLETO	4	$ 16.110,76	$ 64.443,03
081959	405919	SCREW.SET # 6-32X .09 HOL LK SLT STL PLN	OBSOLETO	5	$ 981,00	$ 4.905,00
081960	405920	RING.RTNG EXT .500 SHAFT X .035 THK C S	OBSOLETO	5	$ 522,40	$ 2.612,00
082342	405962	INSULATOR.NOZZLE	OBSOLETO	13	$ 11.659,87	$ 151.578,31
089562	406589	FASTENER.PINNED	OBSOLETO	1	$ 12.872,39	$ 12.872,39
092239	406823	THERMOSTAT.NO CLOSE 45C W/INSULATOR LEA	OBSOLETO	1	$ 5.184,00	$ 5.184,00
094961	406978	CAPACITOR.ELCTLT 2500 UF 450 VDC CA	OBSOLETO	1	$ 285.314,15	$ 285.314,15
095141	406997	DIODO.RECT 40. A1000V SP DO-5 *NONE	OBSOLETO	1	$ 14.531,00	$ 14.531,00
095483	407029	NOZZLE.M16X100	OBSOLETO	1	$ 7.965,42	$ 7.965,42
095487	407033	TRIGGER HOUSING.	OBSOLETO	1	$ 26.677,00	$ 26.677,00
095934	407058	TIMER.20 SECONDS	ANALIZAR	2	$ 250.093,31	$ 500.186,62
095961	407061	TIMER. 1 SECOND	ANALIZAR	1	$ 156.539,67	$ 156.539,67
1/16 ROJO-CSM	204018	TUNGSTENO PUNTO ROJO 1/16	DEVOLVER	10	$ 1.521,60	$ 15.215,98
1/16 VERDE-CSM	204021	TUNGSTENO PUNTO VERDE 1/16	DEVOLVER	10	$ 1.463,08	$ 14.630,75
105308	407337	COIL.SEC	OBSOLETO	1	$ 510.593,00	$ 510.593,00
105Z57	407363	ADAPTER.POWER CABLE 105Z57(9.17)	OBSOLETO	2	$ 13.823,99	$ 27.647,98

108008	407522	REEL WIRE 60 LB	OBSOLETO	1	$ 115.779,00	$ 115.779,00
10N31.-G	407740	COLLET BODY.1/16"	DEVOLVER	10	$ 1.080,43	$ 10.804,25
10N46.	407748	NOZZLE.#8 ALUMINA	DEVOLVER	6	$ 630,25	$ 3.781,52
110795	407862	TUBE.HEAD	OBSOLETO	1	$ 89.642,86	$ 89.642,86
111443	407907	BUSHING.STRAIN RELIEF .240/.510 ID X .87	OBSOLETO	1	$ 4.367,73	$ 4.367,73
111897	407943	SWITCH.ROTARY 4 POSN 1P 600V	OBSOLETO	1	$ 112.961,05	$ 112.961,05
112707	408010	LINER.TEFLON .047-1/16 WIRE X 4.125	OBSOLETO	3	$ 12.574,41	$ 37.723,23
113-00912	300179	TIP ASSY 009-12"	ANALIZAR	1	$ 155.190,00	$ 155.190,00
114045	408191	SCREW.006-32X .50 HEXWHD-PLN STL PLD SLF	OBSOLETO	3	$ 1.757,88	$ 5.273,64
118069	408520	GAUGE.PRESSURE AIR MECH 0-150 PSI 2.031	OBSOLETO	2	$ 212.421,17	$ 424.842,34
120282	120282	*NOZ:PAC121 50A SHLD	ANALIZAR	65	$ 4.609,14	$ 299.593,81
120504-G	432637	*NOZ:PAC110-25A	ANALIZAR	50	$ 3.267,54	$ 163.377,00
120574	432668	ELECTRODE	DEVOLVER	80	$ 11.143,89	$ 891.511,54
124736	409025	CAPACITOR ASSY.	OBSOLETO	4	$ 50.267,82	$ 201.071,29
124818	409029	ROLL.DRIVE COMBINATION LARGE	OBSOLETO	1	$ 46.770,00	$ 46.770,00
125041	409069	WRENCH	OBSOLETO	1	$ 10.713,90	$ 10.713,90
125073	409082	TORCH HANDLE	OBSOLETO	100	$ 11.231,16	$ 1.123.116,28
125310	409134	FILTER.WATER RETURN	OBSOLETO	1	$ 518.082,82	$ 518.082,82
125453	409154	NUT.	OBSOLETO	4	$ 1.333,00	$ 5.332,00
125707	409188	Reemplazado por 119014 (LEVER SWITCH BLACK)	OBSOLETO	1	$ 3.304,15	$ 3.304,15
125847	409203	FUSE.MINTR CER SLO-BLO 12. AMP 250	OBSOLETO	1	$ 3.841,00	$ 3.841,00
126184	409217	METER.AMP AC/DC 0- 400 SCALE 2.5 IN 50MV	OBSOLETO	1	$ 24.475,00	$ 24.475,00
129340	409511	RHC-14.(HAND CONTROL)	ANALIZAR	1	$ 293.803,59	$ 293.803,59
130684	420023	KIT VOLT. Y MEDID. VELOC S32P12	OBSOLETO	1	$ 127.563,00	$ 127.563,00
132138	409806	4 IN 1 CONTROL(SINGLE)	OBSOLETO	1	$ 304.601,00	$ 304.601,00
132232	409819	MOTOR.FAN 220/230V 50/60HZ 3000 RPM .250	DEVOLVER	1	$ 194.368,00	$ 194.368,00
132657	409864	GUIDE.STAND-OFF	OBSOLETO	2	$ 24.917,55	$ 49.835,09
132844	409883	CAPACITOR.POLYP FILM 2.1 UF 1000 V	OBSOLETO	2	$ 168.843,14	$ 337.686,28
133948	410009	FOOT.MOUNTING	OBSOLETO	1	$ 27.860,86	$ 27.860,86
135424-G	432587	TIP CONTACT .047/61 WIRE	OBSOLETO	10	$ 1.905,75	$ 19.057,50
135430-G	432588	TIP CONTACT .035/52 WIRE	OBSOLETO	10	$ 1.905,75	$ 19.057,50
136683	410370	LINER.TEFLON .045-1/16 WIRE X 6.812	OBSOLETO	1	$ 9.631,85	$ 9.631,85
136949	410402	CONTROL.PUSH/PULL 33.000 W/ 1.750 EXTENS	OBSOLETO	2	$ 24.011,00	$ 48.022,00
138035	410513	Reemplazado por 192809 (----------)	OBSOLETO	1	$ 414.419,21	$ 414.419,21
13N10	410684	NOZZLE.#6 ALUMINA	DEVOLVER	16	$ 3.484,92	$ 55.758,72
13N23	410696	COLLET.3/32"	ANALIZAR	9	$ 1.644,08	$ 14.796,74
13N27	410702	COLLET BODY.1/16"	ANALIZAR	12	$ 3.257,14	$ 39.085,72
13N28	410704	COLLET BODY.3/32"	ANALIZAR	8	$ 3.257,15	$ 26.057,16
140B	300173	GUN	OBSOLETO	1	$ 300.585,85	$ 300.585,85
140N0177-G	410758	TUBO CONTACTO .035 NM-15	OBSOLETO	43	$ 438,10	$ 18.838,18

140N0379-G	410759	TUBO CONTACTO .045 NM-25	OBSOLETO	10	$ 493,76	$ 4.937,62
142255	410879	SWITCH.PRESSURE OIL 22PSI NO CONT	OBSOLETO	1	$ 33.855,68	$ 33.855,68
142N0012	410936	ADAPTADOR TUBO CONTACTO NM-26	OBSOLETO	12	$ 6.660,92	$ 79.931,00
143696	410980	O-RING(S14)	OBSOLETO	2	$ 23.030,72	$ 46.061,43
143915	411007	MOUNT.SGL STUD 1.5 DIA X 1.000 LG .312-1	OBSOLETO	1	$ 45.358,46	$ 45.358,46
144240	411034	THYRISTOR.SCR 16. A 600V TO-208AA *NO	OBSOLETO	3	$ 8.686,00	$ 26.058,00
145247	411130	METER.HOUR 12-24VDC 1.25 X 2.12 RECT	OBSOLETO	2	$ 42.294,00	$ 84.588,00
145N0051	425008	NOZZLE 13/16 NM-501	OBSOLETO	1	$ 2.848,00	$ 2.848,00
146425-G	432626	ADAPTER.TUBE CONTACT .030-.045	ANALIZAR	100	$ 4.715,18	$ 471.518,30
149209	411470	KIT.DIODO FAST RECOVER	OBSOLETO	1	$ 66.994,86	$ 66.994,86
149962	411549	SPACER.CARRIER DRIVE ROLL	OBSOLETO	6	$ 2.764,00	$ 16.584,00
150520	411602	SPACER.ROTATION PIN	OBSOLETO	3	$ 3.118,00	$ 9.354,00
151039	411660	KIT.DRIVE ROLL 1/16 U-GR 4 ROLL	OBSOLETO	1	$ 75.940,73	$ 75.940,73
151064	411685	KIT.DRIVE ROLL 1/16 VK-GR 2 ROLL	OBSOLETO	1	$ 44.245,00	$ 44.245,00
151203	411718	GUIDE.WIRE INLET .035-.047 AL	OBSOLETO	2	$ 20.618,37	$ 41.236,73
151204	411719	GUIDE.WIRE INTERMEDIATE .035-.047 AL	OBSOLETO	2	$ 29.335,50	$ 58.671,00
155053	412080	THERMOSTAT.NO CLOSE 125F OPEN 105F FLANG	OBSOLETO	1	$ 34.015,71	$ 34.015,71
161551	412652	GUIDE.INLET STEEL LINER 1/16-3/32	OBSOLETO	2	$ 10.848,00	$ 21.696,00
168071	413197	HOUSING PLUG PINS+SKTS.(SERVICE KIT)	OBSOLETO	1	$ 19.913,64	$ 19.913,64
168077	413198	CONN.TW LK INSUL FEM(DINSE TYPE)TO OUTPU	OBSOLETO	18	$ 49.694,68	$ 894.504,26
168363	413236	PLUG ASSY.W/LEADS	OBSOLETO	2	$ 68.957,42	$ 137.914,83
169214	413315	TIP.EXTENDED 55 AMP	OBSOLETO	2	$ 8.053,57	$ 16.107,14
169216	413317	CUP.SHIELD 55 AMP	OBSOLETO	2	$ 21.249,35	$ 42.498,69
169219	413320	TIP.SHIELDED CUTTING ICE- 70	OBSOLETO	2	$ 9.779,24	$ 19.558,47
169225	413326	DEFLECTOR.70 & 100 AMP	OBSOLETO	1	$ 16.685,23	$ 16.685,23
169227	413328	TIP.NON-SHIELDED 100 AMP	OBSOLETO	11	$ 8.587,65	$ 94.464,10
169230	413331	SHIELD.MACHINE 70 & 100 AMP	ANALIZAR	1	$ 24.605,61	$ 24.605,61
169233	413334	O-RING. 70 & 100 AMP	OBSOLETO	14	$ 1.434,88	$ 20.088,32
169235	413335	CONSUMABLE KIT. 70 AMP	OBSOLETO	1	$ 293.737,89	$ 293.737,89
169720	413397	CONNECTOR.CABLE(GUN END)	OBSOLETO	34	$ 2.967,00	$ 100.878,00
169727-G	432585	NOZZLE SLIP TYPE .625 ORF .125 STICKOUT	OBSOLETO	50	$ 5.785,50	$ 289.275,00
169741	413424	STRAIN RELIEF.CABLE	OBSOLETO	3	$ 6.480,22	$ 19.440,66
169884	413440	FTG.PIPE BRS ADAPTER BHD .375-24 X .750	OBSOLETO	20	$ 83.190,37	$ 1.663.807,38
170453	413474	BODY	OBSOLETO	6	$ 18.934,17	$ 113.605,02
170467	413488	RING.RETAINING	OBSOLETO	1	$ 3.167,61	$ 3.167,61
171870	413646	ELECTRODE.80 AMP	OBSOLETO	2	$ 13.537,94	$ 27.075,88
171871	413647	TIP.80 AMP	OBSOLETO	2	$ 8.543,01	$ 17.086,02
171872	413648	TIP.GOUGING 80 AMP	OBSOLETO	5	$ 17.774,71	$ 88.873,54
171874	413650	CUP.80 AMP	OBSOLETO	4	$ 79.195,08	$ 316.780,33
173069	413821	RELAY.ENCL 12VDC SPDT 30A/20A 5PIN	OBSOLETO	1	$ 6.870,00	$ 6.870,00

173616	413880	COVER.RIGHT ANGLE MOTOR	OBSOLETO	1	$ 18.826,34	$ 18.826,34
173619	413881	CARRIER.DRIVE ROLL W/COMPONENTS 24 PITCH	OBSOLETO	1	$ 77.492,56	$ 77.492,56
174034	413940	TIP.NORMAL CUTTING 55 AMP	DEVOLVER	2	$ 7.259,67	$ 14.519,33
174035	413941	SLEEVE.STOP GUIDE	OBSOLETO	20	$ 26.010,58	$ 520.211,50
174982	414039	XFMR.CONTROL 230/460 VAC PRI 320VA 60 H	OBSOLETO	1	$ 1.369.943,17	$ 1.369.943,17
175284	414095	CABLE.PORT NO 20GA 5/C TYPE CROSS-LINK	OBSOLETO	1	$ 7.509,00	$ 7.509,00
175946	414145	O-RING. .176 ID X .070 CS 70 DURO QUAD	OBSOLETO	2	$ 1.944,32	$ 3.888,64
176238	414182	NOZZLE.SPOT FLAT	OBSOLETO	10	$ 40.428,73	$ 404.287,29
176240	414184	NOZZLE.SPOT INSIDE CORNER	OBSOLETO	7	$ 40.428,73	$ 283.001,13
176242	414186	NOZZLE.SPOT OUTSIDE CORNER	OBSOLETO	10	$ 40.428,73	$ 404.287,29
176655-G	432645	ELECTRODE. 25 AMP	ANALIZAR	100	$ 5.445,90	$ 544.590,00
176656-G	432599	TIP 0.75 0.030	ANALIZAR	100	$ 3.630,60	$ 363.060,00
176658	414250	CUP.SHIELD 25 AMP	OBSOLETO	12	$ 13.086,00	$ 157.032,00
177107H	414310	GAS DIFFUSER.AY	OBSOLETO	4	$ 21.976,00	$ 87.904,00
177488H	414365	TRIGGER/SWITCH	OBSOLETO	2	$ 12.603,00	$ 25.206,00
177876-G	432644	TIP.EXTENDED ICE-50C	ANALIZAR	50	$ 3.630,60	$ 181.530,00
177888	414389	DEFLECTOR. ICE- 50C/55C	OBSOLETO	10	$ 21.324,95	$ 213.249,53
177895-G	432640	ELECTRODE.ICE- 80C 80AMP	OBSOLETO	100	$ 5.445,90	$ 544.590,00
177896-G	432641	TIP.ICE- 80C 80AMP	OBSOLETO	100	$ 3.267,54	$ 326.754,00
177900	414399	DEFLECTOR.ICE- 80C	OBSOLETO	4	$ 22.457,54	$ 89.830,16
177901	414400	TIP.GOUGE ICE- 80C	OBSOLETO	19	$ 12.500,51	$ 237.509,69
177902	414401	O-RING.ICE- 80C	OBSOLETO	4	$ 898,27	$ 3.593,08
178253	414437	WEDGE.COIL SHUNT	OBSOLETO	1	$ 5.493,00	$ 5.493,00
178385	414456	VALVE.	OBSOLETO	1	$ 814.392,93	$ 814.392,93
180341	414756	SHIELD.MACHINE ICE-50CM	OBSOLETO	1	$ 31.372,00	$ 31.372,00
183956	415263	POTENTIOMETER.W/LEADS	OBSOLETO	1	$ 109.497,07	$ 109.497,07
185102	415400	NUT.NOZZLE ADAPTER LOCKING	OBSOLETO	5	$ 24.010,80	$ 120.054,02
186405	415562	NOZZLE.SCR TYPE .562 ORIF X 1.437 LG	OBSOLETO	23	$ 5.693,37	$ 130.947,51
186409	415566	GAS DIFFUSER	OBSOLETO	4	$ 722,00	$ 2.888,00
186419	415576	CONTACT TIP .030	OBSOLETO	5	$ 1.594,11	$ 7.970,55
186435	415584	HUB.SPOOL	OBSOLETO	2	$ 26.882,91	$ 53.765,82
187239	415708	COVER.DRIVE ROLL	OBSOLETO	4	$ 4.843,74	$ 19.374,96
187293	415722	SHIELD.GOUGE ICE-80C	OBSOLETO	20	$ 33.503,44	$ 670.068,80
187301	415729	SWITCH.CUP SENSOR ICE-80C	OBSOLETO	1	$ 119.027,29	$ 119.027,29
189235	416038	RESISTOR.WW FXD 675 W 3 OHM	OBSOLETO	3	$ 20.357,58	$ 61.072,74
18N6	432740	AISLADOR	OBSOLETO	2	$ 13.550,86	$ 27.101,72
190242	416184	SCREW.LEAD SHUNT	OBSOLETO	2	$ 24.223,39	$ 48.446,78
190290	416195	DISCONNECT.QUICK ICE-50C	OBSOLETO	1	$ 178.581,82	$ 178.581,82
192047-G	432642	ELECTRODE.ICE- 50C/55C	ANALIZAR	50	$ 5.445,90	$ 272.295,00

192048-G	432643	ELECTRODE.EXTENDED ICE- 50C/55C	ANALIZAR	100	$ 5.445,90	$ 544.590,00
192203	416551	SHIELD.GOUGE ICE- 50C/55C	OBSOLETO	20	$ 23.145,38	$ 462.907,51
193700	416815	ROLL.DRIVE VK GROOVE 5/32 WIRE	OBSOLETO	4	$ 77.047,07	$ 308.188,28
194118	416892	KIT.DRIVE ROLL .030-.035 (XR CONTROL)	ANALIZAR	2	$ 44.031,42	$ 88.062,84
194233	416921	CAPACITOR.OUTPUT FILTER	OBSOLETO	2	$ 23.714,91	$ 47.429,81
194723	417015	ADAPTER.TORCH-DINSE AIR COOLED FLOWTHRU(	OBSOLETO	4	$ 51.295,46	$ 205.181,84
194883	425083	PLASMA STANDOFF ROLLER	OBSOLETO	1	$ 44.627,68	$ 44.627,68
196927	417276	SWIRL RING.ICE- 12C	OBSOLETO	1	$ 29.063,78	$ 29.063,78
196928	417277	CUP.RETAINING (NON-SHIELDED) ICE- 12C	ANALIZAR	1	$ 31.016,24	$ 31.016,24
197567	417363	CUP.RETAINING (SHIELDED) DRAG ICE- 12C	OBSOLETO	1	$ 35.897,39	$ 35.897,39
197728	417383	NOZZLE.5/8 ORF X 2-1/2	OBSOLETO	10	$ 18.654,64	$ 186.541,64
198636	430607	TIMER,DIGITAL 0-9,99 SEC 120VAC 60HZ CYC	OBSOLETO	1	$ 624.085,67	$ 624.085,67
198718	430614	NAMEPLATE/SWITCH MEMBRANE,MAXSTAR 300DX	OBSOLETO	2	$ 672.583,78	$ 1.345.167,56
198785	417544	TIP.CONTACT 1/16" (FC-1260 GUN)	OBSOLETO	50	$ 2.476,85	$ 123.842,45
198792	417549	LINER.GOOSENECK REPLACEMENT MEDIUM (FC-1	OBSOLETO	1	$ 5.914,51	$ 5.914,51
198800	417557	PROTECTOR. THREAD (FC-1260)	OBSOLETO	17	$ 4.191,89	$ 71.262,16
198802	417559	NOZZLE.INSULATED 2" STICK OUT (FC-1260)	OBSOLETO	6	$ 19.782,62	$ 118.695,73
198851	417573	TIP.CONTACT FASTIP .045 & .040AL WIRES	OBSOLETO	215	$ 2.741,24	$ 589.365,73
198857	417579	DIFFUSER.GAS FASTIP 1/8 IN TIP RECESS	OBSOLETO	50	$ 13.860,75	$ 693.037,37
199388	417643	CONTACT TIP..035 (.9MM) SPOOLMATE 250	OBSOLETO	15	$ 2.167,47	$ 32.512,08
199389	417644	CONTACT TIP..047 (1.2MM) SPOOLMATE 250	OBSOLETO	20	$ 2.303,32	$ 46.066,34
199595	417678	TIP.CONTACT SCR .035 WIRE X 1.312HD(ROUG	OBSOLETO	5	$ 1.443,47	$ 7.217,35
199610	417693	NOZZLE.BRASS 1/2" ORIFICE TAPERED (SCREW	ANALIZAR	2	$ 21.446,34	$ 42.892,68
200065	417763	GASKET.EXHAUST MANIFOLD TO HEAD KABOTA 7	OBSOLETO	20	$ 20.826,99	$ 416.539,81
200392	417790	KIT.IGBT	OBSOLETO	1	$ 486.003,00	$ 486.003,00
201267	417857	KIT.XMT 300 CONTACTOR	OBSOLETO	1	$ 260.883,70	$ 260.883,70
202809	420077	SWIRL RING SP375	OBSOLETO	5	$ 22.798,63	$ 113.993,14
202809-G	432600	SWIRL RING ICE25C	OBSOLETO	5	$ 18.295,20	$ 91.476,00
203372	430929	CIRCUIT CARD ASSY,CONTROL	ANALIZAR	1	$ 1.107.397,10	$ 1.107.397,10
204332	432093	TIP,GOUGE ICE- 40C	ANALIZAR	20	$ 12.598,48	$ 251.969,63
206190	431101	TIP,FASTIP ,312 OD 1/16 WIRE	ANALIZAR	15	$ 1.541,55	$ 23.123,25
209026	432347	TIP,TAPERED FASTIP ,035	ANALIZAR	40	$ 2.247,62	$ 89.904,88
209036	432357	NOZZLE,COPPER HD TAPERED 1/2 IN ORIFICE	ANALIZAR	4	$ 19.057,28	$ 76.229,13
209875	432414	DIFFUSER,FASTIP SLOTTED (XR GUNS)	ANALIZAR	10	$ 26.966,38	$ 269.663,82
212436	432656	SWITCH IGNITION/POSITION	ANALIZAR	1	$ 80.460,41	$ 80.460,41
212725	212725	40 AMP STANDAR TIP	ANALIZAR	50	$ 10.460,21	$ 523.010,36
212728	212728	80 AMP EXTENDED TIP	ANALIZAR	20	$ 10.575,79	$ 211.515,79
212729	212729	40 AMP EXTENDED TIP	ANALIZAR	20	$ 10.575,79	$ 211.515,79
212731	212731	80 AMP GOUGE SHIELD	ANALIZAR	20	$ 27.479,72	$ 549.594,31

212735	212735	O-RING	ANALIZAR	10	$ 6.790,47	$ 67.904,66
212736	212736	DEFLECTOR	ANALIZAR	20	$ 15.054,61	$ 301.092,15
215779	432736	CAPACITOR MCA 002 VF 10000	ANALIZAR	2	$ 238.263,25	$ 476.526,50
216395	420216	VALVE, 34VDC 2WAY CUSTOM PORT 1/8 ORF	ANALIZAR	1	$ 105.487,75	$ 105.487,75
220011-G	432639	*NOZ:T100 100A SHLD COAX	ANALIZAR	50	$ 3.630,60	$ 181.530,00
220063	400004	NOZZLE GOUGING PMX 1650	ANALIZAR	5	$ 12.774,59	$ 63.872,96
220330	425645	NOZZLE FINE CUT PAC 123T	ANALIZAR	50	$ 5.781,98	$ 289.098,81
220331	425655	NOZZLE FINE CUT PAC 110T	ANALIZAR	5	$ 5.338,24	$ 26.691,19
220332	425646	SWIRL RING FINE CUT MANUAL PAC 12T	ANALIZAR	50	$ 19.767,44	$ 988.372,00
220403	432669	SHIELD, OHMIC, FINECUT	ANALIZAR	54	$ 20.311,04	$ 1.096.796,41
220479	432714	SWIRL RING	ANALIZAR	5	$ 17.374,79	$ 86.873,96
220483	432712	RETAINING CAP	ANALIZAR	15	$ 20.059,10	$ 300.886,53
223097	432693	GUIA PARA ALUMINIO PLASTICA	ANALIZAR	1	$ 23.503,62	$ 23.503,62
223100	432694	GUIA EN BRONCE	ANALIZAR	11	$ 27.546,72	$ 303.013,96
3/32 ROJO-CSM	204019	TUNGSTENO PUNTO ROJO 3/32	DEVOLVER	10	$ 4.389,23	$ 43.892,26
3/32 VERDE-CSM	204022	TUNGSTENO PUNTO VERDE 3/32	DEVOLVER	9	$ 4.276,68	$ 38.490,14
313-7-G	420177	KIT REPARACION PISTOLA TREGASKESS 300A	OBSOLETO	2	$ 22.830,37	$ 45.660,73
370447	418105	ADAPTER.GAS.RIGHT HAND	OBSOLETO	10	$ 44.313,78	$ 443.137,84
379595	418176	Reemplazado por 379596 (GAS DIFUSOR)	OBSOLETO	2	$ 10.231,00	$ 20.462,00
379708	418188	ADAPTER.NOZZLE	OBSOLETO	2	$ 4.314,00	$ 8.628,00
379718	418189	NOZZLE.SLIP ON .500 ORF	OBSOLETO	3	$ 11.880,00	$ 35.640,00
403-1-116-G	432595	CONTACT TIP HD 1/16	ANALIZAR	100	$ 1.429,31	$ 142.931,25
408475-G	432632	TIP D.1.0 S-74	ANALIZAR	200	$ 2.178,36	$ 435.672,00
408476-G	432629	TIP D.1.2 S-74	ANALIZAR	300	$ 2.178,36	$ 653.508,00
418089-G	418089	ELECTRODE HOLDER 300 AMP	OBSOLETO	1	$ 9.588,77	$ 9.588,77
418093	418093	ELECTRODE HOLDER 500 AMP	OBSOLETO	1	$ 10.714,21	$ 10.714,21
419937	432541	CONTACTOR	OBSOLETO	1	$ 145.702,51	$ 145.702,51
420195	420195	POWER PIN OSAKA MIG XL	OBSOLETO	2	$ 65.000,00	$ 130.000,00
424458	420130	CONTACT CUTTING SPACER SET P-150	ANALIZAR	117	$ 5.638,41	$ 659.694,02
424997-G	432628	ELECTRODE S-74	ANALIZAR	500	$ 2.904,48	$ 1.452.240,00
432667-G	432667	EMPAQUE PARA MIG EN TEFLON	OBSOLETO	64	$ 2.600,00	$ 166.400,00
432671	432671	INPUT BRIDGE DIODE	OBSOLETO	80	$ 5.736,29	$ 458.903,55
432672	432672	PCB SUB ASSY	ANALIZAR	69	$ 43.621,10	$ 3.009.855,80
432673	432673	MAIN PCB ASSY	ANALIZAR	40	$ 62.329,66	$ 2.493.186,20
432674	432674	IGBT (DAC2F150N4 150A 400V)	ANALIZAR	8	$ 44.714,75	$ 357.718,02
432675	432675	IGBT (FMG2675US60 75A 600V)	ANALIZAR	48	$ 73.511,20	$ 3.528.537,67
432677	432677	INPUT BRIDGE DIODE(6BPC5006A AC OTTO 200	ANALIZAR	22	$ 5.727,66	$ 125.999,06
432679	432679	MAIN PCB ASSY (DC ARC 160A)	ANALIZAR	15	$ 62.329,66	$ 934.944,83
432680	432680	MAIN PCB ASSY (DC ARC 200A)	ANALIZAR	4	$ 62.329,66	$ 249.318,63
432681	432681	SWITCH S-1 (50A 1P)	ANALIZAR	7	$ 18.969,89	$ 132.789,26

432682	432682	SWITH S-1 (30A 1P)	ANALIZAR	12	$ 5.419,97	$ 65.039,64
432683	432683	SUPPRESSOR (NPPS 223 PP 1600W)	ANALIZAR	10	$ 2.692,72	$ 26.927,18
432684	432684	IGBT (DAC2F150N4 150A400V)	ANALIZAR	5	$ 45.971,90	$ 229.859,50
432685	432685	OUTPUT BRIDGE DIODE (DWM2F100N030)	ANALIZAR	4	$ 18.698,90	$ 74.795,59
432686	432686	PCB SUB ASSY (C:400V680UF OTTO 200)	ANALIZAR	38	$ 44.536,69	$ 1.692.394,11
432687	432687	FAN (UF12A23)	ANALIZAR	11	$ 11.754,18	$ 129.296,01
432688	432688	CIRCUIT PROTECTOR (DCP51BH 50A)	ANALIZAR	16	$ 18.644,70	$ 298.315,15
432689	432689	RESISTOR VARIABLE 20 (N.24)	ANALIZAR	20	$ 542,00	$ 10.839,94
432690	432690	CIRCUIT BREAKER 30A	ANALIZAR	16	$ 5.419,97	$ 86.719,52
45-9300	300115	FLUID NOZZLE 93	OBSOLETO	2	$ 115.384,24	$ 230.768,48
454680	420201	SWITCHE S-75 (PUSH BUTTON)	ANALIZAR	19	$ 19.683,44	$ 373.985,40
45V04R	418390	CABLE.POWER/WATER INPUT 250A 25 FT 45V04	ANALIZAR	3	$ 127.777,25	$ 383.331,75
45V11.-G	432624	POWER CABLE ADAPTER (WP-18)	ANALIZAR	50	$ 6.147,09	$ 307.354,69
45V62-G	418394	TIP ADAPTOR BLOCK 45V62	ANALIZAR	10	$ 9.588,77	$ 95.887,70
45V62.-G	432625	POWER CABLE ADAPTER (WP-26)	ANALIZAR	40	$ 6.147,09	$ 245.883,75
46-9505	300116	AIR NOZZLE 92P	OBSOLETO	2	$ 88.434,63	$ 176.869,26
47-478	300114	ABSS NEEDLE VALVE STEM	OBSOLETO	2	$ 27.373,33	$ 54.746,66
487620	420131	CONTACT CUTTING NOZZLE SHIELD P-150	OBSOLETO	87	$ 13.315,68	$ 1.158.463,98
54-988	300176	MATL STRAINER SAM 100 MES	ANALIZAR	1	$ 229.055,46	$ 229.055,46
54N14	431226	NOZZLE,GAS LENS,#8,ALUMINA	ANALIZAR	10	$ 2.751,71	$ 27.517,07
54N15	431227	NOZZLE,GAS LENS,#7,ALUMINA	ANALIZAR	10	$ 2.751,71	$ 27.517,07
54N16	431228	NOZZLE,GAS LENS,#6,ALUMINA	ANALIZAR	5	$ 2.751,71	$ 13.758,57
54N19	432491	NOZZLE,GAS LENS, #10 ALUMINA	ANALIZAR	10	$ 2.751,71	$ 27.517,07
54N20	418579	COLLET.5/32"(18.26)	ANALIZAR	5	$ 3.971,80	$ 19.859,02
602159	418759	SCREW.312-18X .75 HEXWHD.66D STL PLD SLF	ANALIZAR	15	$ 1.781,31	$ 26.719,67
602169	418762	SCREW.SET # 8-32X .18 CUP PT SCH STL PLN	OBSOLETO	3	$ 1.601,00	$ 4.803,00
602173	418764	SCREW.SET #10-32X .25 CUP PT SCH STL PLN	OBSOLETO	17	$ 2.193,73	$ 37.293,41
602177	418766	SCREW.SET 250-20X .25 KNRLPT SCH STL PLN	OBSOLETO	6	$ 3.723,50	$ 22.341,00
604259	418893	FUSE.CRTG 3. AMP 600 V ONE TIME	OBSOLETO	1	$ 16.172,14	$ 16.172,14
604612	418929	SCREW.SET # 8-32X .12 CUP PT SCH STL PLN	ANALIZAR	4	$ 2.103,07	$ 8.412,29
605227	418979	NUT. 750-14 KNURLED1.68DIA .41H NYL	OBSOLETO	1	$ 11.612,73	$ 11.612,73
605518	419008	BOLT.STL TAP HEXHD .250-20X1.250 GR5 PL	OBSOLETO	1	$ 2.382,00	$ 2.382,00
605828-G	419039	RHEOSTAT.WW 50. W 1.5 OHM SCR TERM	OBSOLETO	1	$ 87.467,90	$ 87.467,90
607562	419172	SPRING.EXT .094 ODX.375 LG	OBSOLETO	100	$ 46.654,99	$ 4.665.499,20
71-3304	300168	HOSE ASSEMBLY 50FT	OBSOLETO	1	$ 268.945,24	$ 268.945,24
7100013	419210	ELECTRODO AIRE NPT4-6 NU	OBSOLETO	12	$ 5.554,00	$ 66.648,00
72-2146	300164	SS CONNECTION 3/8 SWIVEL	OBSOLETO	2	$ 126.826,14	$ 253.652,27
8070051-G	419216	ELECTRODO STANDART NPT3	OBSOLETO	5	$ 11.511,41	$ 57.557,05
8070052-G	419217	NOZZLE SALIDA NU	OBSOLETO	10	$ 3.797,91	$ 37.979,06
8071053	419220	AISLADOR NPT3R NU	OBSOLETO	12	$ 14.991,36	$ 179.896,28

8100013	419223	ELECTRODO AIRE NPT12A NU	OBSOLETO	6	$ 11.774,94	$ 70.649,66
8100014	419224	NOZZLE 1.1 MM NPT-12 NU30/60	OBSOLETO	3	$ 7.000,83	$ 21.002,49
8100017	419225	NU BOQUILLA 1.7 MM (NOZZL	OBSOLETO	5	$ 6.027,00	$ 30.135,00
8137200	425044	TOBERA D.4,3 PZ5 CEBORA	OBSOLETO	35	$ 2.863,23	$ 100.213,05
83-1822	300163	BRASS DM NIPPLE 3/4 X 3/4	OBSOLETO	2	$ 22.713,44	$ 45.426,88
952-1087	420043	CONTROL ELECTRONICO	ANALIZAR	1	$ 3.646.685,49	$ 3.646.685,49
AGA-414	300078	MOUNTING STUD	OBSOLETO	1	$ 108.345,70	$ 108.345,70
AGA-415	300079	UNIVERSAL CLAMP	OBSOLETO	1	$ 95.408,90	$ 95.408,90
AV-617-D	300005	FLUID TIP & GASKET (2.2MM) JGA510	OBSOLETO	9	$ 117.171,51	$ 1.054.543,59
AV-617-EE	300042	FLUID TIP & GASKET 1.8	OBSOLETO	3	$ 250.953,21	$ 752.859,63
AV-650-FF	300111	FLUID NEEDLE	OBSOLETO	2	$ 59.069,00	$ 118.138,00
B027134-02	300180	CUP ZAIN No.2	OBSOLETO	1	$ 406.808,00	$ 406.808,00
E-500	425030	PORTAELECTROD 500A	OBSOLETO	8	$ 43.000,00	$ 344.000,00
E-COCR 1/8	202113	SOLDADURA STICK E-COCR 1/8	OBSOLETO	10200 KGS	$ 124.138,00	$ 1.266.207,60
EQUIPOS	425061	FORRO PROTECTOR	OBSOLETO	6	$ 15.376,54	$ 92.259,24
FA-25	419804	ELECTRODE CAP. FA25 051A1A1530	OBSOLETO	80	$ 1.433,01	$ 114.640,62
FLG-1-1K	300017	AIR CAP & RING FLG602/611/631	OBSOLETO	1	$ 48.751,00	$ 48.751,00
FLG-102-18K	300126	PICO FLUIDO	OBSOLETO	5	$ 32.793,85	$ 163.969,25
FLG-2-14K	300051	FLUID TIP, BLAFFLE AND SEAL 1.4 FLG611	OBSOLETO	2	$ 31.100,69	$ 62.201,38
FLG-3-K2	300059	RETAINING RING FLG-611	OBSOLETO	1	$ 14.506,42	$ 14.506,42
FLG-401-14K	300052	FLUID NEEDLE 1.4 FLG611	OBSOLETO	1	$ 23.337,91	$ 23.337,91
FLG-401-16K	300018	FLUID NEEDLE FLG-602/611/631	OBSOLETO	5	$ 29.482,31	$ 147.411,55
FLG-460	300016	GUN REPAIR KIT FINISHLINE	OBSOLETO	1	$ 39.870,92	$ 39.870,92
FLG-480	300127	FLG2 REPAIR KIT	OBSOLETO	4	$ 50.634,89	$ 202.539,56
GC 300AMP-G	419809	GROUND CLAMP 300AMP	OBSOLETO	1	$ 2.520,99	$ 2.520,99
GC 500AMP-G	419810	GROUND CLAMP 500 AMP	OBSOLETO	1	$ 4.501,77	$ 4.501,77
HC-4419	300096	Q.D. STEM 1/4 NPS (F)	OBSOLETO	4	$ 11.056,95	$ 44.227,81
HC-4691	300032	CONNECTOR ASSY	OBSOLETO	2	$ 83.220,15	$ 166.440,30
HC-4699	300095	QN CONNECTOR (AIR 1/4 NPT THD W/SEAT)	OBSOLETO	2	$ 33.448,54	$ 66.897,08
JGA-402-FF	300112	FLUID TIP	OBSOLETO	2	$ 25.241,00	$ 50.482,00
JGA-4040-EX	300043	FLUID TIP & NEEDLE	OBSOLETO	1	$ 115.202,11	$ 115.202,11
JGA-409-D	300006	FLUID NEEDLE CARBOLOY JGA-510	OBSOLETO	7	$ 95.985,01	$ 671.895,07
JGA-409-DEEE	300041	FLUID NEEDLE CARB JGA	OBSOLETO	3	$ 189.290,86	$ 567.872,57
JGA-409-EE	300008	FLUID NEDDLE (CARB) JGA-510	OBSOLETO	1	$ 109.742,67	$ 109.742,67
JGA-497-1	300068	VALVULA AJUSTE DE ABANICO	OBSOLETO	10	$ 44.375,95	$ 443.759,51
JGHV-101-46MP	300082	HVLP AIR CAP	OBSOLETO	2	$ 96.727,00	$ 193.454,00
JGS-16	300061	ADJUSTING SCREEN JGA510	OBSOLETO	10	$ 13.687,03	$ 136.870,30
JGS-449-1	300088	AIR VALVE ASSEMBLY	OBSOLETO	1	$ 49.302,00	$ 49.302,00
K-5001	300130	KIT DE REPUESTOS SGA-570	OBSOLETO	1	$ 58.547,52	$ 58.547,52
K-5004	300015	KIT DE EMPAQUES JGA-600	OBSOLETO	3	$ 44.143,70	$ 132.431,11

KK-5033-46MP	300083	AIR CAP TEST KIT	OBSOLETO	1	$ 142.787,00	$ 142.787,00
KK-5061	300013	KIT DE REPARACION BAYONETA	OBSOLETO	1	$ 11.061,00	$ 11.061,00
L7250B02	419820	MR5/MR6 TUBO CONTACTO (K1682B02) 0.035	OBSOLETO	10	$ 5.422,36	$ 54.223,60
MB-4039-67HD	300040	AIR CAP & RING JGA	OBSOLETO	5	$ 171.989,81	$ 859.949,06
MBD-19-K10	300069	KIT DE RESORTES	OBSOLETO	2	$ 28.922,46	$ 57.844,92
MMXA-245	419823	ELECTRODO (MMXA-245)	OBSOLETO	130	$ 2.077,01	$ 270.011,30
NCB-36	432739	COLLET BODY 5/32	DEVOLVER	5	$ 19.235,99	$ 96.179,95
NCB-53	432737	COLLET BODY 3/32 Y 1/8	DEVOLVER	10	$ 19.235,99	$ 192.359,90
OMX-70-K48	300060	UNIVERSAL LINER KIT (48)	OBSOLETO	4	$ 78.572,34	$ 314.289,36
P-HC-4548	300049	HOSE CONNECTION 3/8 NPSF	OBSOLETO	1	$ 9.055,11	$ 9.055,11
PBZ-742.0083-G	432557	TIP 1.0 MM	OBSOLETO	6	$ 3.775,85	$ 22.655,12
PBZ-742.0084-G	432559	SPRING PSB21KK	OBSOLETO	8	$ 1.071,16	$ 8.569,31
PBZ-742.0086-G	432558	AIR DIFFUSOR, INSULATOR	OBSOLETO	6	$ 13.804,66	$ 82.827,96
PCEB-1308	419826	BOQUILLA 1.2 CEBORA P36/52/70 AMP.	OBSOLETO	4	$ 1.854,00	$ 7.416,00
PCEB-1373-G	420198	BOQUILLA DE 1.6	OBSOLETO	200	$ 2.730,21	$ 546.042,24
PCEB-1374-G	420199	BOQUILLA DE 1.8	OBSOLETO	240	$ 3.224,93	$ 773.984,16
PCEB-1395-G	419828	BOQUILLA EXT. 1.0 CEBORA P36/52/70 AMP.	OBSOLETO	2	$ 2.580,75	$ 5.161,50
PHC-4482	300091	CONNECTOR ASSEMBLY	OBSOLETO	3	$ 22.701,98	$ 68.105,94
PHC-4523	300048	CONNECTION 1/4 NPS	OBSOLETO	4	$ 8.330,43	$ 33.321,72
PHC-4808-1	300090	QUICK DISCONNECT ASSY (FLUID)	OBSOLETO	2	$ 33.579,35	$ 67.158,70
PHYP-P60316-G	425635	NOZZLE RET. CAP PAC 125 T/M	OBSOLETO	10	$ 54.567,74	$ 545.677,44
PMIL-095485	425002	SPACER SPRING (PBZ7430149)(PSF04082053)	OBSOLETO	8	$ 1.391,63	$ 11.133,04
PMIL-123897	419838	SHIELD CUP APT-5000 (25-8301)	OBSOLETO	1	$ 12.996,07	$ 12.996,07
PMIL-169725-G	432649	NOZZLE 5/8	ANALIZAR	60	$ 3.442,37	$ 206.542,35
PMIL-169726-G	419853	NOZZLE 5/8	DEVOLVER	2	$ 16.903,09	$ 33.806,18
PNT-7420086	419863	AIR DIFFUSOR AMP.60408	OBSOLETO	3	$ 14.966,05	$ 44.898,15
PNT-8070051	419864	ELECTRODO AMP.52016 / 7420017	OBSOLETO	5	$ 2.846,87	$ 14.234,37
PSF-0408-2261-G	419870	TIP DIAMETRO 1.0 (51104)	OBSOLETO	40	$ 4.523,88	$ 180.955,28
PT-52-K10	300028	KIT TANQUE 2 GLS QMG/QMS/PT	OBSOLETO	1	$ 50.078,06	$ 50.078,06
TERMOPLAST	419885	CARETA P/SOLD VIDRIO F	OBSOLETO	1	$ 10.000,00	$ 10.000,00
TT316L-163/32	202083	SOLDADURA STICK TT316L-16 3/32	OBSOLETO	2450 KGS	$ 11.420,93	$ 27.981,28
U1324B02	419914	NOZZLES MR5	OBSOLETO	2	$ 9.877,58	$ 19.755,16
VA-527	300184	BALL VALVE 3/8NPS(M) X 3/8N	OBSOLETO	1	$ 129.877,00	$ 129.877,00
VS2	419918	VALVE KNOB.STEM	OBSOLETO	1	$ 16.157,09	$ 16.157,09
X-214-2(N.R.)	419943	POWER PIN LINCOLN	OBSOLETO	1	$ 36.817,00	$ 36.817,00
X419-2(N.R.)-G	425049	CONTROL PLUG HOBART	OBSOLETO	3	$ 46.970,93	$ 140.912,79
X419-6(N.R.)	420044	CONTROL PLUG LINCONL	OBSOLETO	2	$ 57.345,00	$ 114.690,00
		COSTO DE CLASIFICACION				$ 89.716.819,45
		COSTO TOTAL INVENTARIO EN LENTO MOVIMIENTO				**$ 89.716.819,45**

ANEXO B. MANUAL DE USO MODELO DE PRONOSTICOS

1. Tomar los datos históricos de demanda del ítem a modelar y pegar los últimos **21** datos en las celdas de **B10 a B30** en el cuadro de suavización exponencial simple. Los datos se deben actualizar cada mes, con el fin de que el modelo reaccione al cambio de tendencia si existen variaciones en la demanda real, entendiéndose demanda real como datos de venta mas demanda no servida por faltantes y proyecciones de venta reales. Al pegar los datos de demanda, el modelo automáticamente se actualiza, es decir, que no se debe hacer cambios en ninguna de sus celdas, ya que cualquier error cambiaria los resultados que se esperan. El único cambio que se debe hacer, es la utilización del solver para encontrar los datos óptimos. Este cambio se explica en el siguiente punto.

	A	B	C	D	E	F	G
7							
8	SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE						
9	PERIODO	DEMANDA	Operador St	Pronostico S.E.S	E	IEI	E2
10	1	14					
11	2	14					
12	3	11					
13	4	10					
14	5	13					
15	6	16					
16	7	13					
17	8	28					
18	9	8					
19	10	8	14				
20	11	13	13	14	-1	1	0
21	12	19	14	13	6	6	30
22	13	22	14	14	8	8	71
23	14	11	14	14	-3	3	7
24	15	7	14	14	-7	7	44
25	16	16	14	14	2	2	6
26	17	12	14	14	-2	2	2
27	18	9	14	14	-5	5	21
28	19	9	13	14	-5	5	20
29	20	15	13	13	2	2	2
30	21	14	13	13	1	1	0
31							

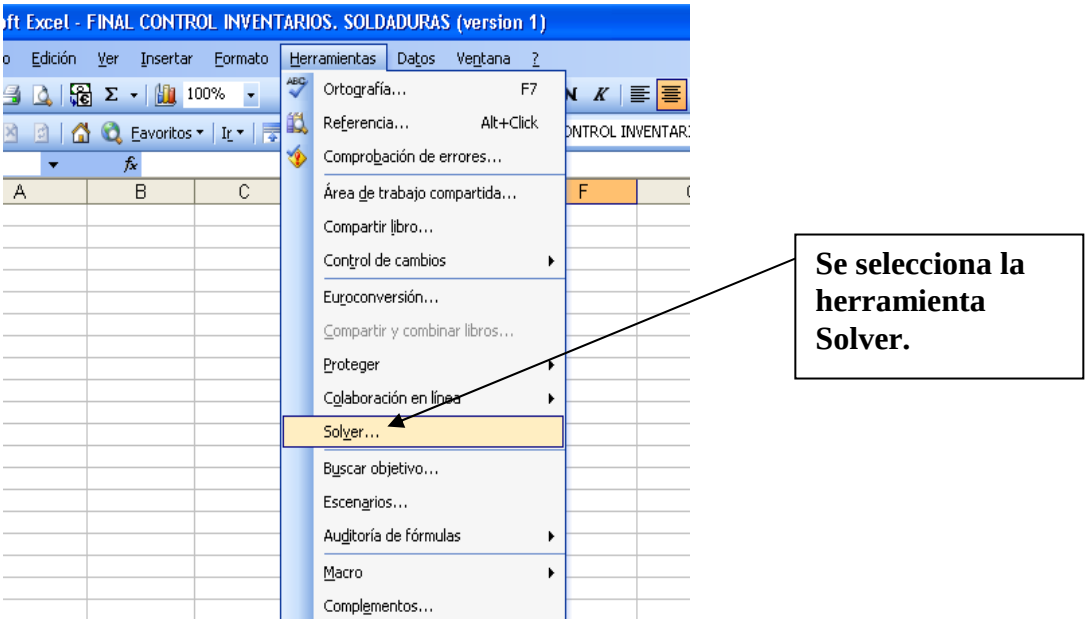
Datos de demanda real

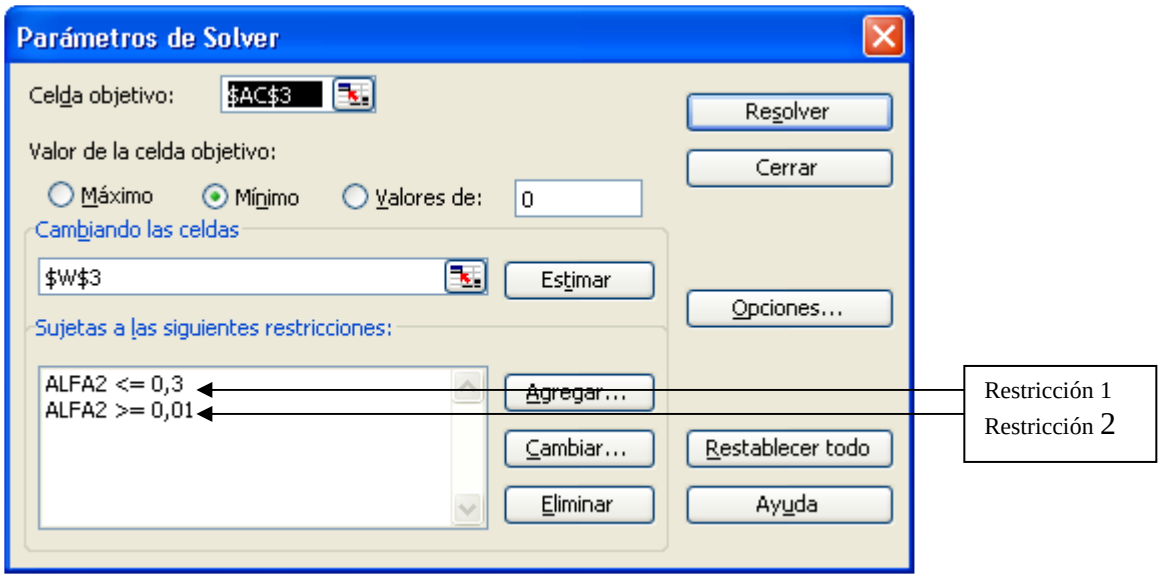
2. USO DE LA HERRAMIENTA SOLVER: Microsoft Excel nos ofrece una herramienta muy importante para nuestro modelo de pronósticos, el solver. Esta herramienta busca los valores óptimos para cualquier restricción o condición que le asignemos a una tabla dinámica en Excel. Para nuestro uso, el solver nos ayuda a encontrar los valores del parámetro alfa, el cual tiene la tarea de dar la reacción al modelo según los cambios en la tendencia de la demanda, y así mismo minimiza el error del modelo. Académicamente este es uno de los trabajos más

dispendiosos en el control de los inventarios, pero en el sistema, el solver encuentra de manera rápida y sencilla los valores óptimos para la realización del pronóstico.

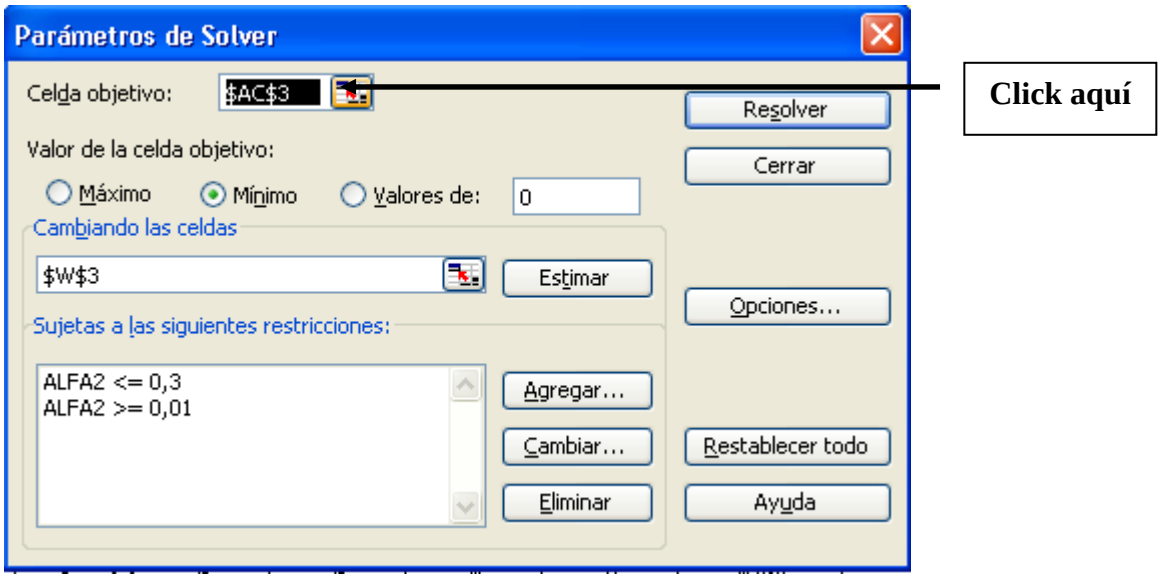
PASOS PARA EL USO DEL SOLVER:

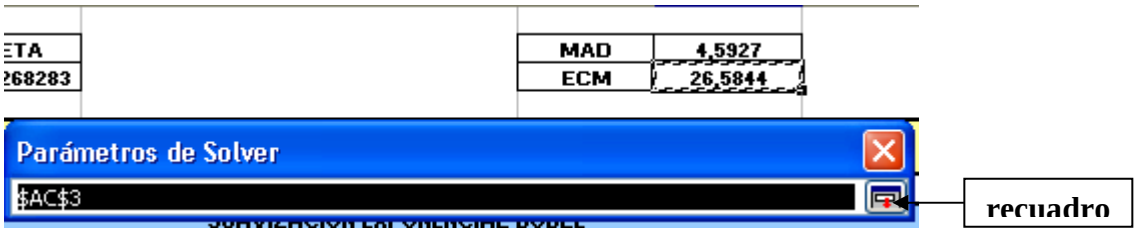
a. Después de pegar los datos de demanda, vamos a la barra de herramientas, y en Herramientas seleccionamos **solver** y se despliega un cuadro de dialogo el cual nos dice que seleccionemos una celda objetivo, que valor de la celda objetivo se quiere obtener, si mínimo o máximo, seleccionar la celda a cambiar y escribir las restricciones del modelo. Para visualizar mejor el cuadro, lo mostramos a continuación:





Celda objetivo: Seleccionar el ECM (error cuadrático medio) en el cuadro de suavización exponencial simple de la siguiente manera:



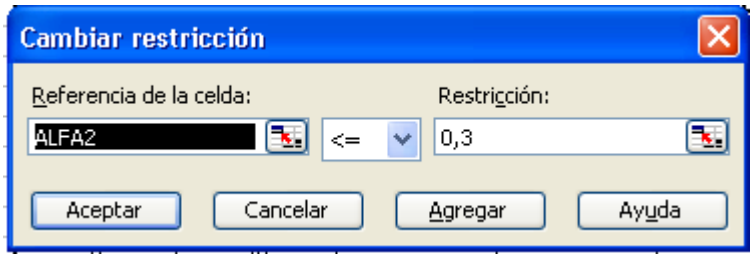


Posteriormente se hace clic en la celda del ECM, y esta se activa en el solver. De nuevo se da un clic en el **recuadro** con la flecha roja.

Valor de la celda objetivo: Seleccionar mínimo, ya que queremos minimizar el error del pronostico.

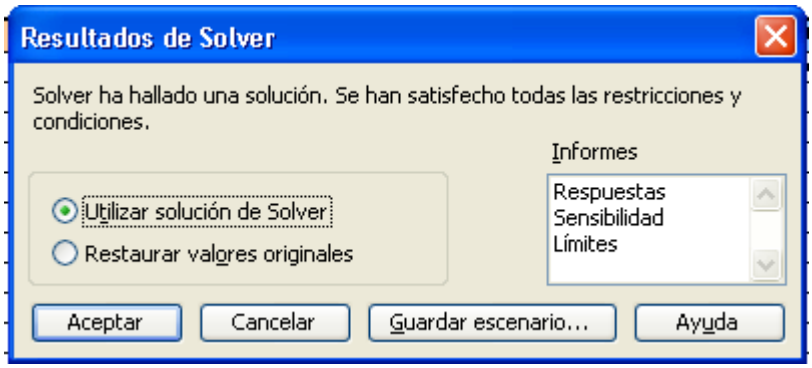
Cambiando las celdas: seleccionar el valor de ALFA en el cuadro se suavización exponencial simple. Este valor nos va indicar el peso que le debemos dar a los datos históricos de la demanda según la tendencia. Se realiza el mismo procedimiento para la selección de la celda objetivo, pero esta vez seleccionando la celda que contiene el valor de ALFA.

Sujetas a las siguientes restricciones: Se recomienda que los valores de ALFA, para suavización exponencial simple y doble, estén entre 0.01 y 0.30. Se hace clic sobre la restricción a cambiar, se selecciona la opción **cambiar** y se selecciona el valor de la ALFA. El cuadro es el siguiente:



Referencia de la celda: Seleccionar el valor de ALFA, en el cuadro de suavización exponencial simple. Véase en el centro del cuadro la restricción <=0.3. Después de esto se le da **aceptar**. De la misma manera se le da clic en la restricción 2, cambiar, y se repite los pasos con la variación de >= 0.01. Por ultimo **aceptar.**

Cuando los parámetros estén bien definidos, se selecciona **RESOLVER**, en la esquina superior derecha del cuadro ***parámetros del solver***, y por ultimo, se selecciona ***utilizar solución del solver***, **aceptar**, en el cuadro de dialogo llamado **Resultados de solver**, mostrado a continuación:



De esta manera Excel, encuentra el valor óptimo para el modelo con los datos actuales de demanda.

b. se repite el paso **a.** pero en el cuadro de suavización exponencial simple, seleccionando como celda objetivo, el ECM de este cuadro y cambiando la celda alf2.

3. Al realizar los pasos a y b, se tienen los resultados óptimos del modelo. El análisis de los resultados se hará teniendo en cuenta solo los valores del cuadro de **SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE**, ya que este método es el mas adecuado para los ítems tipo A y B. recordemos, que los ítems están clasificados según su importancia en ABC.

ANALISIS DE LOS RESULTADOS:

SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE							
PERIODO	DEMANDA	St	St [2]	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ABS	ERROR CUADR
1	14						
2	14						
3	11						
4	10						
5	13						
6	16						
7	13						
8	28						
9	8						
10	8	14	11				
11	13	14	12	16,444	-3	3	12
12	19	14	12	15,758	3	3	11
13	22	16	13	17,213	5	5	23
14	11	15	13	19,276	-8	8	68
15	7	14	13	17,102	-10	10	102
16	16	14	13	14,085	2	2	4
17	12	14	13	14,806	-3	3	8
18	9	13	13	14,001	-5	5	25
19	9	12	13	12,383	-3	3	11
20	15	13	13	11,167	4	4	15
21	16	13	13	12,270	4	4	14
		PRONÓSTICO FUTURO PARA 12 MESES	1	13			
			2	13			
			3	14			
			4	14			
			5	14			
			6	14			
			7	14			
			8	14			
			9	14			
			10	14			
			11	14			
			12	14			
				164	PRONOSTICO ANUAL TOTAI		

DATOS EQUIPOS / RESUMEN EQUIPOS / DATOS SOLD

Podemos observar como el modelo nos arroja un pronostico para los siguientes doce meses, y al final suma las cantidades para saber el total que se necesita en un año, esto para facilitar los presupuestos anuales. Hay que decir que el modelo propone un inventario de seguridad alto para satisfacer la demanda de los clientes, pero esta decisión debe ser tomada por la administración.

Este inventario de seguridad se muestra en el siguiente cuadro del modelo:

NIVELES		
Inv. Max	Q a ordenar	Nivel de inventario
	K	
	1,96	
27	27	14
26	12	7
27	20	5
29	24	18
27	9	20
24	4	8
25	17	13
24	11	15
22	7	13
21	8	6
22	16	6
24	17	24

Este es el valor máximo a pedir para lograr una satisfacción del cliente total, pero está ligado al historial, por lo que puede ser muy alto y seria una muy mala decisión pedir dicha cantidad. Se recomienda tomar la decisión con base a la cantidad pronosticada, la cual la vimos en el cuadro anterior, y según los planes o proyecciones del Dpto. de ventas conjunto con el de Compras.